BEITRÄGE

ZUR

BLÜTHENBIOLOGIE

DER

CRUCIFEREN, CRASSULACEEN

UND DER

GATTUNG SAXIFRAGA.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

EINGEREICHT DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II. SEKT.

DER

UNIVERSITÄT ZÜRICH

VON

A. GÜNTHART

VON ZÜRICH.

BEGUTACHTET VON DEN HERREN:

PROF. DR. H. SCHINZ UND PROF. DR. C. SCHROETER.

STUTTGART.

VERLAG von ERWIN NAEGELE.

1902.

Arbeit aus dem botanischen Museum des eidgen. Polytechnikums in Zürich.

BEITRÄGE

ZUR

BLÜTHENBIOLOGIE

DER

CRUCIFEREN, CRASSULACEEN

UND DER

GATTUNG SAXIFRAGA.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

EINGEREICHT DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II. SEKT.

DER

UNIVERSITÄT ZÜRICH

VON

A. GÜNTHART

VON ZÜRICH.

ACAD. LIBRARY ZÜRICH

BEGUTACHTET VON DEN HERREN:

PROF. DR. H. SCHINZ UND PROF. DR. C. SCHROETER.

STUTTGART.

VERLAG von ERWIN NAEGELE.

1902.

Druck von Carl Rembold in Heilbronn.

Seiner treuen Mutter

gewidmet

vom

Verfasser.

Inhalt.

Seite

Vorwort 1

I. Cruciferae 3

Einleitung 3

1. Iberis commutata Sch. et K. 3
2. Iberis sempervirens L. 4
3. Iberis Jordani Boiss. 5
4. Iberis Jucunda hort. (Aethionema coridifolium DC.) 5
5. Aethionema armenum Boiss 6
6. Aethionema diastrophis Bge. 6
7. Petrocallis pyrenaica R. Br. 7
8. Thlaspi rotundifolium Gaud. 7
9. Thlaspi montanum L. 8
10. Kernera saxatilis Rchb. 8
11. Cardamine pratensis L. 8
12. Cardamine trifolia L. 10
13. Dentaria pinnata Lam. var. alba. 11
14. Dentaria pinnata Lam. 11
15. Dentaria polyphylla W. K. 11
16. Lunaria rediviva L. 12
17. Roripa pyrenaica Rchb. (Nasturtium pyrenaicum R. Br.) 12
18. Draba aizoon Wahlb. 12
19. Draba aizoides L. 13
20. Draba Majellensis Kern. 13
21. Draba altaica Bge. 14
22. Draba Dedeana Boiss. 14
23. Draba lasiocarpa Rchb. 15
24. Draba olympica Sibth. 15
25. Draba repens Bieb. 15
26. Draba hirta L. 16
27. Descurainia deltoidea DC. 16
28. Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg. 17
29. Aubrietia purpurea DC. fol. aur. marg. 18
30. Aubrietia croatica Schott. 19
31. Aubrietia deltoidea DC. 20
32. Aubrietia Antilibani Boiss. 20
33. Aubrietia Columnae Guss. (Ten.) 21
34. Aubrietia Leichtlini hort. 21
35. Aubrietia „Froebeli“ h. 22
36. Aubrietia gracilis Sprun. (A. Pinardi Boip.) 22
37. Arabis alpestris Schleich. 23
38. Arabis hirsuta Scop. 23
39. Arabis procurrens W. et K. 23
40. Arabis coerulea Haenke 24
41. Arabis bellidifolia Jacq. 24
42. Arabis alpina L. 25
43. Arabis albida Stev. 26
44. Arabis Belliardieri DC. f. rosea 26
45. Arabis bryoides Boiss. 27
46. Erysimum ochroleucum DC. 27

Seite

47. Erysimum pumilum Gaud. 27
48. Alyssum podolicum Bess. 28
49. Alyssum montanum L. 28
50. Alyssum saxatile L. 30
51. Alyssum Wulfenianum Boiss. 31
Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Cruciferenblüthen . . . 32

II. Crassulaceae 39
1. Sedum Telephium L. (S. maximum Sut.) 39
2. Sedum Eversii Led. 41
3. Sedum Anacampseros L. 42
4. Sedum oppositifolium Sms. 42
5. Sedum spurium Bieb. 43
6. Sedum alpestre Vill. (S. repens Schleich.) 43
7. Sedum rupestre L. 44
8. Sedum acre L. 45
9. Sedum boloniense Loisl. (S. sexangulare non L.) 45
10. Sedum Ibericum Stev. 46
11. Sedum stoloniferum Gmel. 47
12. Sedum album L. 47
13. Sedum album L. var. micranthum (S. Clusianum auct.) 48
14. Sedum hispanicum L. (S. glaucum W. K.) 48
15. Sedum boreale h. 49
16. Sedum brevifolium DC. 49
17. Sedum Kamtschaticum Fisch. 50
18. Sempervivum tectorum L. 50
19. Sempervivum arachnoideum L. 51
20. Sempervivum piliferum Jord. 53
21. Sempervivum alpinum Gris. 53
22. Sempervivum Wulfeni Hoppe 54
23. Sempervivum Braunii Wilm. 55
24. Sempervivum Foucounetti Reut. 55
25. Sempervivum Gaudini Christ. 56
26. Sempervivum Dolomiticum Facc. 56
27. Sempervivum Doellianum C. B. Lehm. 56
28. Sempervivum Heuffeli Schott. 57
29. Sempervivum globiferum L. 58
30. Sempervivum hirtum L. 58
Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Crassulaceenblüthen. . . 59

III. Saxifraga 63
Einleitung 63
1. Saxifraga Huetiana Boiss. 63
2. Saxifraga tridactylites L. 64
3. Saxifraga irrigua M. Bieb. 65
4. Saxifraga granulata L. 65
5. Saxifraga peltata Torr. 66
6. Saxifraga tenella Wulf. 66
7. Saxifraga ajugaefolia L. 66
8. Saxifraga aquatica Lap. 67
9. Saxifraga capitata Lap. (S. ajugaefolia × aquatica) 67
10. Saxifraga Wallacei Mc. Nab. (S. Camposii Boiss. et Reut.) 67
11. Saxifraga canaliculata Boiss. et Reut. 68
12. Saxifraga trifurcata Schrad. 68
13. Saxifraga pedemontana All. 68
14. Saxifraga decipiens Ehrh. (S. caespitosa auct. non L.) 69
15. Saxifraga latifolia Ser. 69
16. Saxifraga palmata Lap. (S. geranioides L.) 69
17. Saxifraga ceratophylla Willd. (S. decipiens Ehrh. var. quinquefida Haw.) 70
18. Saxifraga „rosulario“ hort. 70

Seite

19. Saxifraga Churchilli hort. 70
20. Saxifraga globulifera Desf. (S. granatensis Boiss. et Reut.) 71
21. Saxifraga stenophylla Royle (S. flagellaris Willd. 71
22. Saxifraga varians Sieber (part. S. muscoides auct.) 72
23. Saxifraga paradoxa Kit. (S. moschata Wulf. var. pygmaea Haw.) 72
24. Saxifraga stellaris L. 73
25. Saxifraga capillaris h. 73
26. Saxifraga aspera DC. 74
27. Saxifraga bryoides L. 74
28. Saxifraga bronchialis L. 74
29. Saxifraga tricuspidata Retz. 75
30. Saxifraga aizoides L. 75
31. Saxifraga Hausmanni Kern. (S. aizoides × mutata Girtanner) 76
32. Saxifraga patens Gaud. (S. aizoides × caesia) 76
33. Saxifraga umbrosa L. 77
34. Saxifraga Geum L 77
35. Saxifraga lingulata Bell. 77
36. Saxifraga Gaudini Bruegg. 77
37. Saxifraga catalaunica Boiss. et Reut 78
38. Saxifraga crustata Vest. f. pectinata Schott. 78
39. Saxifraga altissima Kern. 78
40. Saxifraga cochlearis Reich. 78
41. Saxifraga Aizoon Jacq. var. robusta Engl. 79
42. Saxifraga Aizoon Jacq. f. Sturmiana Schott. 79
43. Saxifraga Aizoon Jacq. var. cartilaginea Willd. 79
44. Saxifraga Forsteri Stein 80
45. Saxifraga luteo-viridis Schott. et Kotschy 80
46. Saxifraga Kotschyi Boiss. 81
47. Saxifraga aretioides Lap. 81
48. Saxifraga Scardica Griseb. 81
49. Saxifraga coriophylla Griseb. (S. Rocheliana Sternb.) 82
50. Saxifraga marginata Sternb. 82
51. Saxifraga diapensioides Bell. 82
52. Saxifraga squarrosa Sieber 83
53. Saxifraga Tombeanensis Boiss. 83
54. Saxifraga Vandellii Sternb. 83
55. Saxifraga Burseriana L. 84
56. Saxifraga Burseriana L. f. major 87
57. Saxifraga sancta Griseb. 87
58. Saxifraga pseudo-sancta Janka (S. apiculata Engl.) 88

Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besproch. Arten der Gattung Saxifraga. 89

Litteraturverzeichniss. 95

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507217_0084

Vorwort.

Im Sommersemester des Jahres 1900 wurde ich im botan. Museum des eidgen. Polytechnikums durch Herrn Prof. Dr. C. Schröter in die Methoden der Blüthenbiologie eingeführt. Während der folgenden Ferien begann ich alsdann, eigene blüthenbiologische Beobachtungen zu sammeln. Mit der Erlaubniss des Herrn Dr. Stebler verbrachte ich einige Wochen auf der eidgenössischen Versuchstation Fürstenalp bei Chur, und nahm theils an freiwachsenden Pflanzen, theils an solchen aus dem dortigen Versuchsgarten blüthenbiologische Notizen und Skizzen auf. Von jenen ersten Untersuchungen wurden aber in die endgültige, hier vorliegende Fassung dieser Arbeit nur diejenigen von *Sempervivum alpinum Gris.* und *S. Wulfeni Hoppe,* sowie von *Saxifraga aizoides L.* aufgenommen.

Ich beabsichtigte ursprünglich, ein blumengeographisches Kapitel (Blüthenbiologie der Alpenpflanzen) zu behandeln. Bald begann sich aber mein Interesse vorwiegend einzelnen Familien, vor allem den *Cruciferen, Crassulaceen* und *Saxifragaceen* zuzuwenden. Es waren besonders die bei diesen Familien so häufigen tiefgreifenden Abänderungen der Bestäubungseinrichtungen innerhalb kleiner Formenkreise, namentlich innerhalb derselben Art, die mich so interessierten, dass ich beschloss, an Vertretern der drei genannten Familien diese biologischen Abänderungen zu studieren und so weit wie irgend möglich die Ursache derselben aufzusuchen. Nur dem Zufall, dass sehr viele Arten aus den genannten Formenkreisen alpine oder andere Hochgebirgspflanzen sind, und der Erkenntniss, dass gerade Blüthen von Gebirgspflanzen für meine Zwecke sich am besten eigneten, weil sie gewöhnlich grossen lokalen, individuellen, direkten etc. Abänderungen unterworfen sind, ist es zuzuschreiben, dass so viele der hier beschriebenen Blüthen Gebirgspflanzen angehören.

In den Monaten Mai und Juni des Jahres 1901 führte ich dann meine Untersuchungen mit Erlaubniss des Herrn Kunstgärtners Fröbel in Zürich V in dessen reichem Garten und später mit Erlaubniss des Direktors, Herrn Prof. Dr. Schinz', auch im botanischen Garten der Universität Zürich weiter. Aus jener Zeit stammen, wie jeweilen den Angaben unter den Artnamen zu entnehmen ist, die Untersuchungen der meisten protogynen und auch einiger protandrischer *Saxifraga*-Arten, und der meisten *Cruciferen.*

Während des Sommers 1901 untersuchte ich neuerdings eine grosse Anzahl von Blütheneinrichtungen aus der Gattung *Saxifraga* und besonders aus den Gattungen *Sedum* und *Sempervivum* in der Umgebung des Grossen St. Bernhard (Wallis) und, mit Erlaubniss des Herrn Correvon in Genf, auch im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre, zwei Stunden unterhalb des Hospizes auf dem Grossen St. Bernhard.

Ich habe fast nirgends Insektenbesuche angegeben. Dies rührt daher, dass ich ursprünglich wegen der schlechten Witterung, die mich bis jetzt bei allen meinen blüthenbiologischen Untersuchungen begleitete, nur sehr wenig Insekten abfangen konnte und diese Procedur dann später, als ich sah, dass ich meine Zeit nutzbringender verwenden konnte, ganz aufgab. Das fast beständig regnerische Wetter hatte übrigens einen grossen Vortheil: Es bewirkte manche der in dieser Arbeit ausführlich beschriebenen

direkten Anpassungen der Blüthen an nasse Witterung und insbesondere an ausgebliebene Kreuzung infolge mangelnden Insektenbesuches, die mir vielleicht bei gutem Wetter entgangen wären.

Mehrere der hier beschriebenen Blüthencinrichtungen sind vor mir schon ein oder mehrere Male untersucht worden. In diesen Fällen habe ich jeweilen im ersten Abschnitt der Beschreibung den Autor genannt und in einer Klammer auf die betreffende Nummer des Litteraturverzeichnisses hingewiesen. Selbstverständlich enthalten auch diese Einzelbeschreibungen nur neue Daten; die bereits bekannten wurden gewöhnlich nur ganz kurz berührt.

Mit Ausnahme weniger im Text genau angegebener Fälle wurden die Bestimmungen des verwendeten Materials, soweit dies nöthig erschien, controliert. — Von den ursprünglich angefertigten Zeichnungen wurden nur diejenigen verwendet, welche besonders typische Blüthenformen oder -stadien darstellen. Es mag auffallen, dass so viele isolierte Kronblätter gezeichnet wurden. Dies hat seinen Grund darin, dass wir bei den *Cruciferen* von der Länge des Kronblattnagels auf die Tiefe der Kronröhre, bei den *Crassulaceen* von der Ansatzstelle der Filamente auf den Grad der Honigbergung und bei *Saxifraga* von der Form und Nervatur der Petala oft auf die Verwandtschaft der betreffenden Art schliessen können.

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. C. Schröter, der mich in die Blüthenbiologie einführte und mir auch später immer mit gutem Rath zur Seite stand, sage ich meinen herzlichsten Dank. Auch den Herren Prof. Dr. H. Schinz, Kunstgärtner Fröbel, Dr. Stebler in Zürich und Correvon in Genf, welche mir ihre Gärten bereitwilligst zur Verfügung stellten, danke ich an dieser Stelle bestens.

Zürich, den 8. Oktober 1901.

Der Verfasser.

I.

Cruciferae.

Wir geben als Einleitung zuerst eine die *Cruciferen* betreffende Stelle aus Knuths Handbuch (II. 1. p. 77, Nro. 40): „Die Kreuzblüthler sind sämmtlich insektenblüthig und meist homogam. Durch Streckung der Blüthenstandsaxe wird der anfangs meist eine Doldentraube bildende Blüthenstand zu einer Traube, die je nach der Grösse und Zahl der Blüthen eine grössere oder geringere Augenfälligkeit der Pflanze bewirkt; doch steigert sich letztere nur bei wenigen Arten dieser Familie so erheblich, dass der Insektenbesuch ein sehr ausgedehnter ist. Es besitzen daher fast alle Kreuzblüthler die Möglichkeit spontaner Selbstbestäubung.

„Der Kelch dient nicht nur als Schutzorgan für die sich entwickelnde Blüthe, sondern hält in vielen Fällen die Nägel der Kronblätter so zusammen, dass sie eine kurze Röhre bilden, in deren Grund der Honig liegt. Die Kronblätter dienen der Anlockung; sie sind meist gelb oder weiss gefärbt, seltener violett, blau oder rot. Trotz der grossen Uebereinstimmung im Aufbau der Blüthen zeigen die Cruciferen doch eine so grosse Veränderlichkeit in der Zahl und Lage der Honigdrüsen, in der Stellung der Staubblätter zu diesen und zu der Narbe, sowie in der Art der Aufbewahrung und Bergung des Honigs, dass hierin kaum zwei Arten völlig übereinstimmen."

Es folgen dann bei Knuth Angaben über die Untersuchungen von J. Velenovsky über Zahl und Lage der Honigdrüsen (Nro. 66). Dieser bildete je nach der Grösse und den Verbindungen der Drüsen untereinander 4 Typen von *Cruciferen*nektarien und zeigte, dass nirgends gar keine Honigabsonderung stattfindet, was aber durch einzelne Angaben in Knuths Handbuch und die vorliegenden Untersuchungen widerlegt wird.

1. Iberis commutata Sch. et K. (Taf. I, Fig. 1—8.)

Die Gattung *Iberis L.* ist blüthenbiologisch noch sehr unvollkommen erforscht. Knuth rechnet sie (Handb. II. 1. p. 119, Nro. 40) nach H. Müller zur Blumenklasse AB und führt ausserdem nur die Angaben Kerners, wornach die nach aussen gerichteten Kronblätter der randständigen Blüthen von *I. amara L.* und *umbellata L.* doppelt so gross sind als die der mittelständigen, und die Beobachtung Hildebrands an, dass *I. pinnata L.* fast selbststeril ist. Hierauf giebt er, den Beobachtungsresultaten Kirchners und Briquets folgend, eine etwas ausführlichere Beschreibung von *I. saxatilis L.*, *I. commutata Sch. et K.* und die weiter unten zu besprechenden Arten *I. sempervirens L.*, *Jordani Boiss.* und *Jucunda hort. (Aethionema coridifolium DC.)* sind noch gar nicht blüthenbiologisch beschrieben. Ich studierte den Blüthenbau der erstgenannten Art im Garten von Herrn Fröbel in Zürich am 27. April 1901.

Die für die meisten *Cruciferen* so charakteristischen Ausbuchtungen im Grunde des Kelches sind hier nur schwach entwickelt. Die Kelchblätter sind mit Ausnahme einer helleren Randzone grün gefärbt und unbehaart, die Kronblätter rein weiss und ohne Streifung. Die gegen das Centrum der Inflorescenz gerichteten Kronblätter besitzen einen allerdings nur schwach abgesetzten Nagel. Die Platte ist meist leicht asymmetrisch gebaut, häufig aber auch ganz regelmässig ausgebildet. Die vom Ende eines der längeren zu dem des gegenüberliegenden kürzern Kronblattes gemessene Spannweite der Krone be-

trägt bei den randständigen Blüthen 10—12, bei den centralgelegenen, ganz oder nahezu actinomorph gebauten Blüthen 6 mm. Fig. 3 zeigt die relativ längsten äussern Petalen, die ich beobachtet habe.

Die Nektardrüsen finden sich als grosse, fleischige Höcker zu beiden Seiten der Basis der kürzern Filamente, zwischen diesen und den Wurzeln der längern. — Die bei den *Cruciferen* häufige und später ausführlich zu beschreibende Abdrehung der Staubblätter aus der Knospenlage geht hier nur so weit, dass sich die Antheren der 4 längern Staubfäden gerade gegenüberstehen.

In der Knospe wird die Anlage des Gynäceums bedeutend vor der des Andröceums sichtbar. Lange Zeit überragt der Griffel die noch ganz kleinen Antheren. Dann werden diese rasch gehoben. Unmittelbar vor dem Oeffnen der Krone sind die beiderlei Sexualorgane gleich lang. In diesem Stadium trägt die Narbe die ersten Papillen. Die Antheren werden weiter so rasch gehoben, dass sie schon ganz kurze Zeit nach Beginn der Anthese Krone und Narbe stark überragen. Der in der Tiefe zurückgebliebene Griffel streckt sich nach einiger Zeit auch wieder, so dass die Narbe zwischen den 4 obern Antheren durchwächst, und zwar zu einer Zeit, wo diese stark mit Pollen bedeckt sind, so dass also jetzt Autogamie unvermeidlich ist. Dann wächst der Griffel noch höher aus der Blüthe heraus, die Antheren verstäuben ziemlich rasch und fallen ab, worauf sich die Filamente, besonders an ihrem obern Theil, hochroth färben. Auch jetzt ist die Narbe noch empfängnissfähig. Dieses zweite weibliche Stadium (Fig. 4) dauert noch ca. 1—2 Tage. Der Griffel ragt während dieser Zeit stark aus der Blüthe hervor. — Die Blüthe von *Iberis commutata Sch. et K.* sind also protogyn, besitzen aber ein langlebiges Gynäceum.

Ich fand nun auch mehrere Exemplare von Blüthen, bei denen sich die Entwicklung der Sexualorgane etwas anders abspielte. So brachen bei einigen Blüthen desselben Stockes die Antheren erst auf, wenn die Narbe schon über dieselben hinaus gewachsen war, und bei andern zeigte auch die Narbe erst dann eine papillöse Oberfläche. Hier ist also Autogamie am Ende der Anthese ausgeschlossen.

2. Iberis sempervirens L. (Taf. I, Fig. 9 und 10.)

Am 16. und 18. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich untersucht.

Die Blüthenstände sind hier grösser, dichter und augenfälliger, als bei den andern hier besprochenen Iberis-Arten. Die Ausbuchtungen am Grunde des Kelches sind weniger stark entwickelt, als bei den beiden folgenden Arten, jedoch immerhin noch etwas stärker als bei *I. commutata Sch. et K.* Die Kelchblätter sind gelblich-grün, die häutigen Randpartien an ihrer Spitze weisslich gefärbt. Die Blumenblätter sind nur an ihrer Basis schwach grünlich, im übrigen aber rein weiss. Ein stark verzweigtes Aderwerk zeigt sich erst bei genauerem Zusehen. Der Unterschied zwischen den nach innen stehenden Petalen und den äussern ist nur in den randständigen Blüthen der Inflorescenz einigermassen vorhanden. Alle Kronblätter sind symmetrisch gebaut.

Die Nektarien stehen auch hier zu beiden Seiten der Wurzeln der kürzern Staubfäden, sie sind jedoch viel grösser, als z. B. bei der unten noch zu besprechenden *I. Jucunda hort.*, ja noch grösser als bei der oben besprochenen Art. In der Seitenansicht sind sie dreieckig, vom kleinen Staubblatt aus gesehen dagegen länglichrund. Auch hier existieren zwischen den einzelnen Nektarien absolut keine Verbindungen, welche die Uebereinstimmung mit dem typischen, die Basis der Filamente aussen umziehenden Nektarring der *Cruciferen* herstellten. — Besondere, als Honigschutz oder Wegweiser aufzufassende Vorrichtungen an den Filamenten, wie wir sie später bei zahlreichen Arten von *Cruciferen* finden werden, fehlen. Es lassen sich höchstens an der Basis der längern Staubfäden schwache seitliche, unter die Nektarien hinuntergreifende Vorsprünge wahrnehmen.

Die 4 längern Staubblätter drehen sich kaum so weit, bis sich ihre Antheren die mit Pollen bedeckten Flächen gerade zuwenden. — Der Fruchtknoten ist in der medianen Richtung stärker ausgebildet, als in der transversalen.

Schon in der Knospe besitzt das Gynäceum eine wohlentwickelte, papillöse Narbe. Bei Beginn der Anthese reicht diese bis zur Spitze der 4 längern Staubblätter. Die letztern strecken sich nun aber so lang, bis sogar der untere Rand ihrer Antheren über der Narbe steht. Nun treten die Staubbeutel

in Funktion. Dabei ist Autogamie durch Herabfallen von Blüthenstaub auf die empfängnissfähige Narbe möglich, — falls die Blüthe nicht selbststeril ist, was, nach dem ganzen Blüthenbau, der Geschlechterentwicklung und der Verwandtschaft dieser Art mit solchen mit selbststerilen Blüthen (Knuth, Handb. II. 1, p. 119) zu schliessen, nicht unmöglich ist — Erst nach dem Verstäuben aller Antheren wächst nun auch der Stempel und hebt endlich die Narbe an den verdorrten Filamentenden vorbei und weit über die Blumenkrone hinaus. Die Blüthe von *I. sempervirens L.* kann darum mit noch mehr Recht als diejenige der vorhin besprochenen Art als physiologisch protrandrisch bezeichnet werden, — trotzdem die Fruchtblätter zuerst zur Reife gelangen.

In einigen wenigen Blüthen begann sich der Griffel schon früher zu verlängern, so dass die Narbe auf das Niveau der 4 obern Antheren gehoben wurde und sich an dieselben anlegte, solange sie noch Pollen enthielten.

3. Iberis Jordani Boiss.

Am 10. und 11. Mai 1901 bei Herrn Fröbel untersucht. — Ich werde hier nur die von den bereits beschriebenen Arten abweichenden Befunde angeben.

Die Blumenblätter sind weiss, besitzen oft einen röthlichen Schimmer und an ihrem untern Theil immer rothe Adern. Die 4 Nektarien liegen an der gleichen Stelle wie bei den beschriebenen Arten, haben aber wieder eine etwas andere Form. Sie sind nicht so gross wie bei *I. sempervirens L.*, doch reichlich so gross wie bei *I. commutata Sch. et K.*

Die Differenz in der Länge der kleinern, auch hier stark seitlich abstehenden Staubfäden und der 4 grössern ist bedeutend. Die Filamente der 4 grössern Staubfäden besitzen sehr schwache, spiralig oder schief nach unten verlaufende Häutchen oder Riemen.

Die Blüthen von *I. Jordani Boiss.* sind ebenfalls protogynisch dichogam und besitzen einen das Andröceum überragenden Stempel. Das bei *I. sempervirens L.* ausnahmsweise vorkommende Eintreten von Autogamie durch Nachwachsen des Griffels und Anlegen der Narbe an die 2 obern Antheren unmittelbar vor Schluss der Anthese ist hier die Regel.

4. Aethionema coridifolium DC. (Iberis Jucunda hort.)

Ende Mai 1901 im Garten von Herrn Fröbel untersucht.

Die Ausbuchtungen am Grunde des Kelches sind bedeutend tiefer als bei der soeben beschriebenen Art. Auch hier sind die Kelchblätter oben und seitlich von einer häutigen Randpartie umsäumt. Die Spitzen der transversalen Kelchblätter sind oben löffelartig nach innen umgebogen und umgreifen die Antheren der kleinern, seitlich abstehenden Staubfäden. Das Kronblatt ist mit Ausnahme des weisslichen Nagels hellkarmin gefärbt und trägt dunkler getönte Adern. Es erreicht eine Länge von 6 mm, wovon fast die Hälfte auf den deutlich abgesetzten Nagel fällt; die Platte hat eine Breite von 4 mm. Die Kronblätter sind absolut regelmässig gebaut, auch lässt sich ein Unterschied hinsichtlich der Form und Grösse zwischen den nach innen und den nach aussen gerichteten Kronblättern selbst bei den randständigen Blüthen kaum wahrnehmen.

Die Nektarien liegen an derselben Stelle, wie bei *I. commutata Sch. et K.*, sind hier jedoch rund und bedeutend kleiner, als dort. — Die kleinern Staubgefässe besitzen drehrunde Filamente, die längern Staubfäden dagegen sind unten durch seitliche Häutchen löffelartig verbreitert. An der Innenseite des so gebildeten Löffels lässt sich überdies noch eine schief nach unten verlaufende und vor dem Nektarium ausmündende, seichte Furche wahrnehmen. Der an das Nektarium anstossende Rand der löffelförmigen Verbreiterung greift etwas um jenes herum.

Auch hier drehen sich die 4 längern Staubfäden nicht weiter, als bis sich ihre Antheren gerade gegenüberstehen.

A. coridifolium DC. blüht protogyn. Beim Oeffnen der Krone sind die Staubblätter länger, als das Gynäceum, das, wie ich durch wiederholte Beobachtungen und Versuche konstatierte, jetzt schon eine empfängnissfähige Narbe besitzt. In dieser gegenseitigen Stellung erfolgt nach kurzer Zeit auch das Stäuben der Antheren. Während sich nun die Staubfäden vom Beginn ihrer Funktion an nicht mehr

verlängern, streckt sich der Griffel immer noch stark, und schliesslich berührt die Narbe den untern Rand der 4 höher stehenden Antheren, und zwar während einer Zeit, wo diese noch Pollen tragen. In den meisten Fällen ist aber dann die Narbe schon tot, so dass keine Autogamie erfolgt, oft aber, — vielleicht wenn die Blüthe wenig von Insekten besucht und darum nicht von diesen mit fremdem Pollen bestäubt wurde —, trägt die Narbe auch dann noch lebende Papillen. Merkwürdigerweise bedeckte sie sich in einigen Fällen noch nach der hierauf erfolgten Berührung mit den Antheren viel reichlicher mit Papillen, während sie gleichzeitig noch etwas höher gehoben wurde und die Antheren abfielen. Hier tritt also das bei *I. commutata Sch. et K.* normal vorkommende zweite weibliche Stadium nur in ganz vereinzelten Fällen und nur für einen kurzen Augenblick ein.

Ich beobachtete mehrere Blüthen mit rudimentären, gewöhnlich nicht mehr stäubenden, fast filamentlosen kleinern Staubgefässen.

5. Aethionema armenum Boiss. (Taf. I, Fig. 11—14.)

Es liegen noch keine Angaben über die Blüthenbiologie dieser Pflanze vor. Ich untersuchte dieselbe am 6. und 7. August im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis).

Trotzdem die beiden scheibenförmig vorspringenden grossen Nektarien je zwischen den Wurzeln von 2 längern Staubfäden, nicht an der Basis der kürzern, liegen, so zeigen doch auch hier die den kleinern Staubblättern opponierten Kelchblätter jene bekannten Ausweitungen. Alle Kelchblätter besitzen breite häutige Randpartien. Die Petalen sind lila gefärbt und besitzen karminfarbige Adern. Sie haben eine Länge von 5,5—6 mm und sind streng symmetrisch gebaut (Fig. 11). Sie zeigen auch von oben gesehen eine actinomorphe Anordnung, d. h. es rücken hier nicht, wie bei so vielen andern *Cruciferen,* je 2 Kronblätter näher zusammen, indem sich zwischen den beiden Zweiergruppen dann Lücken im Blüthenteller bilden.

Die 4 längern Filamente besitzen seitlich dünnhäutige Anhänge, die besonders unten stark ausgebildet sind und dort den Grund des Gynäceums ganz umfassen und die beiden Nektarien von demselben abschliessen. Die Länge dieser Staubblätter in ausgebildetem Zustande beträgt 3,2 mm. — Jedes der 4 genannten Staubblätter wendet seine Innenseite derjenigen des gegenüberliegenden zu. Ganz zuletzt geht diese Abdrehung aus der ursprünglichen Lage oft noch etwas weiter, so dass dann die längern Staubfäden sich halb und halb je gegen das benachbarte kleine Staubblatt hin drehen (Fig. 12 und 14). Der in der transversalen Richtung der Blüthe stärker ausgebildete Fruchtknoten zeigt gegen Ende der Anthese bereits die für die Gattung charakteristischen gewellten Flügel (Fig. 13).

Aethionema armenum Boiss. besitzt schwach protogynische Blüthen. Die Narbe steht anfangs bedeutend tiefer, als die noch geschlossenen Antheren (Fig. 12), wird aber dann durch Streckung des Griffels rasch gehoben und gelangt am Ende der Anthese zur Berührung mit den Antheren der 2 längern Staubblätter, die bald nach Beginn der Anthese ihre Funktion auch aufgenommen haben und nun, wie das Gynäceum, am Ende ihrer Thätigkeit angelangt sind. Im letzten Moment der Anthese tritt auf diese Weise in der Mehrzahl der Blüthen spontane Selbstbefruchtung ein. Bei vielen andern Exemplaren erfolgt allerdings die geschilderte Berührung der Geschlechtsorgane erst, wenn schon alle Papillen der Narbe verwelkt oder sogar schon alle Pollenkörner der Antheren entleert sind. Das Andröceum überlebt die Narbe immer etwas.

6. Aethionema diastrophis Bge. (Taf. I, Fig. 15—17.)

Auch die Blumen dieser Art sind bis jetzt noch nicht untersucht worden. Meine Notizen stammen vom 9. Mai 1901 und wurden im Garten von Herrn Fröbel in Zürich gemacht.

Die Ausbuchtungen im Grunde des Kelches sind noch immer bedeutend, jedoch nicht mehr so stark ausgebildet, wie bei der eben beschriebenen Art, obgleich dies hier durch die Lage der Nektarien leicht zu erklären wäre. Die Blumenblätter haben alle eine ähnliche Gestalt, sind ebenfalls ganz symmetrisch gebaut, und haben eine Länge von 4,5 mm. Sie sind weiss und besitzen ein ziemlich gut sichtbares Aderwerk aus dichteren, weniger durchscheinenden Gewebetheilen.

Die Nektarien sind, in scharfem Gegensatz zu denjenigen der eben besprochenen Art der Gattung *Aethionema,* als 4 grosse, längliche Drüsen ausgebildet, die je zu beiden Seiten der Basis der kleinern Staubfäden sitzen (Fig. 16). Genau unter den Wurzeln der grössern Staubblätter liegen ausserdem noch kleinere, aber immerhin auch noch reichlich Honig absondernde Drüsen, so dass die Gesammtzahl der vorhandenen Nektarien 8 beträgt (Fig. 17). Diese zahlreichen Nektardrüsen treten aber nie durch Querleisten etc. miteinander in Verbindung. Das dieser Schilderung beigegebene Diagramm (Fig. 17) soll, zusammen mit dem entsprechenden von *A. armenum Boiss.*, den durchaus verschiedenen Blüthenplan dieser beiden Arten derselben Gattung, insbesondere die ganz verschiedene Ausbildung der sonst nicht so sehr varierenden Nektarien andeuten.

Alle Filamente besitzen runden Querschnitt, sind fleischig und ohne irgendwelche Anhänge. — Die 4 längern Staubfäden drehen sich auch hier nur so lange, bis sich die Antheren ihre stäubenden Flächen gerade zuwenden. — Der Blütheneingang ist nicht quadratisch, sondern rhombisch, die Ansicht der Blüthe von oben nicht mehr streng actinomorph, sondern durch Verstellung der Petalen zu 2 Gruppen schwach bisymmetrisch zygomorph. — Die Flügel des Fruchtknotens werden erst einige Zeit nach der Oeffnung der Krone ausgebildet.

Bei beginnender Anthese reicht auch hier die Narbe nicht einmal bis an den untern Rand der 4 höher gelegenen Antheren. In der Knospe war diese Differenz noch nicht so bedeutend. Die Streckung der Staubblätter schreitet also hier, trotzdem die Blume narbenvorreif ist, rascher vor als die der Fruchtblätter. Diese Erscheinung sowie andere Belege für verschieden rasche Entwicklung der Geschlechtsorgane der Blüthe zu verschiedenen Zeiten werden wir später noch öfters wiederfinden. — Die Narbe besitzt also, wie bereits angedeutet, schon auf diesem frühen Stadium der Anthese eine empfängnissfähige Oberfläche. Sie bleibt nicht so lange frisch, bis sie durch die nun stattfindende Streckung des Griffels bis zum untern Ende der 4 obern Antheren gehoben worden ist. Wenn das Gynäceum abstirbt, so stehen jene 4 Antheren kaum erst auf der Höhe ihrer Thätigkeit. Da die beiden tiefer gelegenen Antheren sich erst öffnen, wenn die Narbe schon abgestorben ist und überdies seitlich abstehen, so ist Autogamie ausgeschlossen oder höchstens durch zufälliges Herabfallen von Pollen auf die Narbe denkbar. Indirekte Selbstbestäubung, hervorgerufen durch die Kreuzungsvermittler, ist möglich.

7. Petrocallis pyrenaica R. Br.

Ziemlich ausführlich beschrieben von A. Schulz (No. 63; S. Knuth, Handb. II. 1, p. 111, No. 40).

Ich fand die Pflanze im Sommer 1900 am Pilatus schwach protogyn, was nicht ganz mit den Angaben Schulz' übereinstimmt. Der Krondurchmesser betrug ca. 6 mm. Als Bestäuber beobachtete ich kleine Falter.

8. Thlaspi rotundifolium Gaud.

Ich untersuchte diese Blüthen am 10. Mai 1901 bei Heren Fröbel. Ich gebe die Resultate meiner Beobachtungen hier wieder, trotzdem die Pflanze bereits von Schulz (No. 63; S. Knuth, Handb. II. 1, p. 117) blüthenbiologisch untersucht wurde, da meine Befunde von den Resultaten Schulz' in mehreren Punkten abweichen.

Die Ausbuchtungen am Grunde des Kelches sind kaum mehr wahrnehmbar. Die lila gefärbten Petalen erreichen eine Länge von 6,5—7 mm und sind ganz symmetrisch gebaut. Auf denselben ist ein oft etwas dunkler gefärbtes Aderwerk deutlich sichtbar.

Im Gegensatz zu den Angaben Schulz', wornach der Nektar am Grunde der kurzen Staubblätter abgesondert wird, fand ich die Nektarien, 4 an der Zahl, zwischen jenen und der Basis der längern Staubfäden, doch mehr gegen die letztern hin als grosse, nach aussen ziemlich spitz vorspringende, fleischige Körper. Die 4 Honigdrüsen stehen in keiner Weise miteinander in Verbindung. — Die Antheren werden durch die ziemlich enge Blumenröhre nahe zusammengehalten; die 4 Haupthonigeingänge finden sich, entsprechend der Stellung der Nektarien, je zwischen einem längern und einem kürzern Staubblatt, was beim Besehen der Blume von oben leicht konstatierbar ist. Die längern Staubfäden drehen sich hier noch weiter aus ihrer ursprünglichen Lage ab, als bis sie sich gerade gegenüberstehen, nämlich so lange, bis sie sich zuletzt den kurzen Staubblättern zugewendet haben. — Die erstgenannten Staub-

blätter besitzen an ihren den kürzern zugewandten Seiten ganz schwache, häutige Leisten, die von Schulz nicht genannt werden und die auch nur wegen ihrer Homologie zu den später noch zu besprechenden und z. Th. schon vorgeführten Staubblattanhängen Beachtung verdienen.

Der Unterschied in der Länge zwischen den kleinern und den grössern Staubblättern beträgt in den geöffneten Blüthen nur $^1/_2$ bis $^3/_4$ einer Antherenlänge, in der Knospe noch viel weniger. Die Narbe steht bei den schon einige Zeit blühenden Exemplaren etwa in der Mitte zwischen den untern und den obern Antheren. Sie trägt schon früh Papillen und wird nun gehoben, bis sie um ca. eine halbe Antherenlänge über die längern Staubblätter und ziemlich hoch aus der Blüthe herausragt. Erst jetzt beginnen diese zu stäuben. Spontane Autogamie ist hier also noch sicherer verhindert, als bei den von Schulz untersuchten Exemplaren, wo sie nur durch die Abdrehung der Staubblätter erschwert ist, wo aber beiderlei Geschlechtsorgane gleiche Länge besitzen.

9. Thlaspi montanum L.

Untersucht von Kirchner (No. 33) nach Exemplaren von der schwäbischen Alp und von mir am 16. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Die „Honigtaschen" des Kelches sind auch hier gar nicht tief. Die Tiefe der Kronröhre beträgt 3,5—4 mm. Die Blumenblätter sind rein weiss. Zu beiden Seiten der Basis der kürzern Staubfäden befinden sich 4 grössere und an den Wurzeln der längern noch 4 kleinere Nektarien, die, wie dies auch Kirchner angiebt, ineinander übergehen. Ueber die Drehungen der Staubfäden, die nach Kirchner hier gar nicht vorhanden sind, habe ich keine Beobachtungen gemacht.

Der Griffel überragt die 4 obern Staubblätter um $^1/_2$—1 Antherenlänge; unmittelbar nach der Oeffnung der Krone ist er aber kürzer als dieselben. Er streckt sich dann, und die Narbe passiert, mit bereits empfängnissfähiger Oberfläche versehen, die Antheren der genannten Staubblätter, wenn diese schon stäuben. Diese Blüthen sind demnach, im Gegensatz zu denen der oben besprochenen Art der Gattung *Thlaspi,* nur schwach protogynisch. — Die Narbe überdauert hier, ebenfalls im Gegensatz zu *Th. rotundifolium Gaud.,* das Andröceum bedeutend. — Bei den von Kirchner untersuchten Blüthen waren die beiderlei Sexualorgane gleich lang.

10. Kernera saxatilis Rchb.

Untersucht von Hermann Müller (No. 56); meine wenigen Angaben stammen von Anfangs Juni 1900 im Neuenburger Jura gesammeltem Material.

Die Länge der symmetrisch gebauten Kronblätter beträgt 2,5—3 mm. Die Blüthen sind am genannten Ort homogam und besitzen langlebige Narben; bei einigen Exemplaren treten aber auch beide Sexualorgane gleichzeitig ausser Funktion. Der mit einem sehr kurzen Griffel versehene Stempel ist von der gleichen Länge wie die Staubblätter. Die Differenz zwischen den längern und den kürzern Staubblättern ist sehr gering. — Alle diese Angaben scheinen mit den Beobachtungsresultaten Müllers übereinzustimmen.

11. Cardamine pratensis L. (Taf. I, Fig. 18—21c.)

Untersucht von Sprengel (No. 63a), Hermann Müller (No. 54 und 57), von Kirchner (No. 31), Warnstorf (No. 71), Knuth (No. 37) und Hildebrand (No. 26a; der letztere fand *C. pratensis L.* steril auf Autogamie und Geitonogamie).

Trotzdem diese Blüthe schon oft zum Gegenstand der biologischen Forschung gemacht wurde, so ist sie doch noch immer nicht in allen ihren Eigenthümlichkeiten bekannt. Ich führe hier die im Frühling 1900 an Exemplaren aus verschiedenen Baumgärten und Anlagen in Zürich gemachten Beobachtungen und die im „systematisch-botanischen Praktikum" des eidgen. Polytechnikums unter Leitung von Herrn Prof. Dr. C. Schröter ungefähr zur gleichen Zeit ausgeführten Zeichnungen nicht nur wegen des Vergleiches mit bisher betrachteten Formen, sondern auch wegen des Interesses, das die Blüthen von *Cardamine pratentis L.* an und für sich bieten, vor. Diese Blumen zeigen nämlich sehr schön die Verschiebung der spontanen Autogamie bis zum Schluss der An-

these und die Verhinderung der Selbstbestäubung zu jeder früheren Zeit, und zwar tritt diese Verhinderung als Folge der gleichen Erscheinung ein, welche später die Autogamie bewirkt. — Obwohl die Blüthen von *Cardamine pratensis L.* starken lokalen Abänderungen, von denen wir unten noch sprechen werden, unterworfen sind, so ist dies doch wohl kein genügender Grund dafür, dass bis heute noch kein Beobachter von diesen Erscheinungen in klarer Weise spricht. — Ich gebe die nun folgende Beschreibung in der Reihenfolge, wie ich sie in jenem Praktikum gemacht habe, wieder und spreche darum hier ausnahmsweise zuerst von der Morphologie, hernach von der Biologie der Blüthe. Wir erhalten auf diese Art auch noch allerlei andere, weniger wesentliche Ergänzungen zu den bisherigen Beschreibungen.

Der Blüthenstand ist eine Traube mit wechselnder Aufblühungsfolge. Deck- und Vorblätter fehlen. Die transversalen Kelchblätter besitzen einen mässig bis schwach ausgebildeten Honighalter und scheinen darum tiefer inseriert zu sein als die medianen. — Das Andröceum besteht aus 4 längern und 2 kürzern Staubblättern. Die letztern sind an ihrem Grunde von einem fleischigen, aussen dickern, Honig absondernden Ring umgeben. Kleinere, oft nicht sezernierende Nektarien stehen zwischen den Wurzeln der längern Filamente. — Die Antheren sind schwach dorsifex und kippen während ihrer Thätigkeit nach aussen über. Sie öffnen sich intrors. — Das Gynäceum ist in der Knospe gleich lang, wie die Staubfäden. Es besteht aus 2 Fruchtblättern mit unechter Scheidenwand. Die Ovula sind campylotrop, Anheftung epitrop.

Die Blüthen sind zwitterig, doch sollen, nach Beobachtungen anderer Praktikanten in den genannten Uebungen, auch Exemplare mit fehlenden weiblichen Organen gefunden worden sein. Die Blüthen sind an Insektenbestäubung angepasst. Die Antheren der 4 längern Staubblätter drehen sich aus ihrer ursprünglichen Lage ab und gegen die Staubbeutel der kleinern Staubfäden hin. Durch diese Bewegungen der Staubgefässe entstehen je zwischen einem kleinern und den beiden jenem benachbarten grössern Staubblättern 2 röhrige, mit Blüthenstaub ausgekleidete Eingänge in die Blume, die zu den grössern Honigdrüsen führen. — Die Petala sind asymmetrisch gebaut, und zwar so, dass ihre Nägel, da, wo sie über einem kurzen Staubgefäss, resp. über dem grossen an seiner Wurzel liegenden Nektarium zusammenstossen, am Rande nach aussen umgefaltet erscheinen. Dadurch entsteht an jener Stelle eine Lücke in der von den Kelchblättern sonst stark zusammengepressten Kronröhre, durch welche Lücke das Insekt auf dem Weg von der oben besprochenen, von 3 stäubenden Antheren flankierten Einfahrt bis zum Honig auf dem Nektarium oder im Sporn seinen Rüssel hindurchführen muss. Selbst diese Erscheinung ist noch nicht beschrieben worden, wie denn überhaupt die meisten der hier beschriebenen feinern biologischen Merkmale der *Cruciferenblüthe* noch unbekannt sind.

Als Anlockungsmittel dient die lilafarbene, durch paarweises Zusammenrücken der Petala bisymmetrisch zygomorphe Krone, deren Wirkung durch Saftmale in Form eines Aderwerkes erhöht wird, sowie der abgesonderte Nektar.

Die Entwicklung des männlichen Sexualapparates wurde schon bei der Schilderung der Morphologie der Blüthe beschrieben. In der schematischen Darstellung in Fig. 18 sind jeweilen unter die oben beschriebenen Stadien der Drehung der 4 längern Staubfäden auch noch die entsprechenden relativen Längen von Andröceum und Stempel eingetragen. — Die Blüthen sind homogam. Die Narbe wird empfängnissfähig, bevor sie die Höhe der 4 obern Antheren erreicht hat. Gleichzeitig beginnen diese zu stäuben, drehen sich aber lange bevor die Narbe bis zu ihnen hinauf gestiegen ist um 45°, je gegen das benachbarte kleinere Staubblatt hin, so dass keine Berührung der Sexualorgane eintreten kann. Die Drehung hört auf, wenn die 4 höhern Antheren ihre Innenseiten den beiden untern zuwenden, und geht erst nach einiger Zeit noch weiter, bis zu einem Bogen von 180°, von der Anfangsstellung an gerechnet. Wenn dieser Betrag erreicht ist, so ist die Narbe am Ende ihrer Thätigkeit angelangt und die Antheren enthalten nur noch ganz wenig Staub. Durch ihr Ueberneigen nach hinten kommen diese nun im letzten Moment der Anthese noch mit der Narbe in Berührung. Ich habe das regelmässige und sichere Eintreten der Autogamie in diesem Stadium an zahlreichen Büthen beobachtet.

Wie bei den meisten *Cruciferen*-Blüthen, öffnen sich die Antheren der beiden kürzern Staubblätter erst, nachdem diejenigen der längern schon einige Zeit funktioniert haben, und zwar ist hier diese

zeitliche Differenz ziemlich bedeutend: die Pollentaschen der kürzern Staubblätter öffnen sich erst, wenn sich die längern schon soweit gedreht haben, dass sie jenen ihre stäubenden Innenseiten zuwenden.

Bei einigen Blüthen beobachtete ich Heterostylie. Die Sexualapparate solcher Blüthen sind in Fig. 21—21 c dargestellt.

12. Cardamine trifolia L. (Taf. I, Fig. 22—27 und Taf. II, Fig. 28—33.)

Es liegt noch keine blüthenbiologische Beschreibung dieser Pflanze vor. Sie wurde von mir am 6. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich untersucht.

Obwohl bei den Blüthen dieser Species die grössern Nektarien nicht über den kleinern Staubblättern stehen, so sind doch die den letztern opponierten Kelchblätter wie immer mit den bekannten Ausbuchtungen am Grunde versehen, die gewöhnlich als Honighalter aufgefasst werden und hier auch meistens eine derartige Funktion verrichten. Diese Ausbuchtungen kommen hier wie in allen andern Fällen dadurch zu Stande, dass sich die beiden genannten Kelchblätter von ihrer Ausgangsstelle am Blüthenboden nicht direkt nach oben, sondern, besonders in der Mitte, zuerst nach unten wenden und dann erst wieder aufsteigen. Diese Honigsäcke sind bei *Cardamine trifolia L.* sogar recht gut ausgebildet.

Die Petalen sind ganz weiss, besitzen ein deutlich wahrnehmbares, aus durchscheinenderen Gewebetheilen bestehendes Aderwerk und einen undeutlich abgesetzten Nagel (Fig. 22). Sie sind im Gegensatz zu den Blumenblättern von *Cardamine pratensis L.* ganz symmetrisch gestaltet. — Der Durchmesser der Krone beträgt 8—10, die Tiefe der Kronröhre 4 mm.

Auch die Anordnung und der Bau der Nektarien ist hier ganz anders, als bei der eben genannten Art. Während nämlich bei *C. pratensis L.*, wie bei den meisten übrigen *Cruciferen*, ausserhalb oder seitlich von der Basis der kürzern Filamente die grossen Nektarien liegen und die kleinern, zwischen den langen Staubfäden gelegenen Honigdrüsen oft nicht vorhanden sind, oder nicht funktionieren, so liegen hier die beiden grossen, kuchenförmigen Nektardrüsen gerade an der letztgenannten Stelle (Fig. 26—33), während zu beiden Seiten der kleinern Staubblätter nur kleine, oft gar nicht mehr sezernierende Nektarien wahrnehmbar sind. Diese fehlen oft ganz und sind überhaupt in ihrer Ausbildung sehr variabel, während in Bezug auf das Vorkommen und die Art der Ausbildung der 2 grossen, fleischigen, stark vorspringenden Scheibennektarien keine Abänderungen vorkommen. — Der Nektar bleibt in grossen, runden Tropfen auf den beiden beschriebenen Scheiben oder Kuchen liegen.

Alle Staubfäden besitzen seitlich gerade, häutige Verbreiterungen, die nach unten stärker werden und aneinander stossen. So kommen ausserhalb der längern Staubfäden, d. h. über den grossen Nektarien, gerade zu diesen führende Röhren zu Stande. Die Flügel der kürzern Filamente werden oft so breit, dass sie jene ganze Gegend des Blüthengrundes verdecken, oft aber lassen sie noch einen Raum frei, so dass dann zu ihren beiden Seiten auch noch eine Art von kleinern Blütheneingängen zu Stande kommt. Die Figuren beziehen sich auf diesen Fall, obwohl er seltener ist, nur Fig. 25 stellt ein kleineres Staubblatt mit starker Verbreiterung dar.

Der Längenunterschied zwischen den beiden Arten von Staubfäden bleibt immer bedeutend. Alle Antheren, auch die der kürzern Staubblätter, überragen den Teller der Blüthenkrone. — Die Narbe steht anfangs nur auf dem Niveau der untern Antheren und ist auch auf diesem Stadium meistens schon mit Papillen versehen. Jetzt stehen die 4 obern Antheren schon auf dem Höhepunkte ihrer Thätigkeit (Fig. 27 und 28). Sie haben zu stäuben begonnen, als die Narbe noch ganz unausgebildet war. Darauf streckt sich der Stempel, so dass die nun völlig empfängnissfähige Narbe die noch stark stäubenden obern Antheren berühren muss (Fig. 29 und 30). In vielen Blüthen waren allerdings zu dieser Zeit die obern Antheren schon verstäubt. Die 2 kleinern Staubblätter treten erst in Funktion, wenn die Narbe so hoch steht, dass sie jene nicht mehr berühren kann. — Vor ihrem gänzlichen Absterben wird dann die Narbe gewöhnlich noch etwas über die 4 obern Antheren weggehoben, jedoch nie so stark, dass spontane Autogamie nicht auch dann noch möglich wäre. Dann erfolgt die Streckung des Gynäceums infolge der eingetretenen Befruchtung. Auf diesem Stadium sind auch die Antheren der kürzern Staubblätter abgestorben. Sie dienten ausschliesslich der Fremdbestäubung, da am Anfang ihrer Thätigkeit die Narbe zu weit entfernt war zur Autogamie und später überhaupt keine empfängnissfähige Narbe mehr

existierte. — Indirekte Autogamie durch die Blüthenbesucher ist nicht ausgeschlossen. — Da die beiden Sexualorgane, wie wir gesehen haben, auch ziemlich gleichzeitig absterben, so kann die Blüthe als vollkommen homogam bezeichnet werden. In der Knospe erfolgt jedoch die Anlage des Gynäceums meist früher, als das Sichtbarwerden des männlichen Geschlechtsapparates. — Die Staubbeutel werden, in scharfem Gegensatz zu *C. pratensis L.*, nie aus ihrer ursprünglichen Lage abgedreht.

13. Dentaria pinnata Lam. var. alba. (Taf. II, Fig. 34 und 35.)

Es liegen noch keine blüthenbiologischen Angaben vor. Am 9 Mai 1901 im Garten von Herrn Fröbel in Zürich beobachtet.

Die zu einer Doldentraube zusammengestellten, grossen, hellviolett gefärbten Blüthen besitzen grüne, roth umränderte und unten mit schwachen Ausbuchtungen versehene Kelchblätter und 15—17 mm lange, verkehrt eiförmige, ganz symmetrisch gebaute Kronblätter.

Die 4 fleischigen, stark vorspringenden Nektarien sitzen zwischen den Wurzeln je eines längern und eines kürzern Staubfadens. Sie bilden nach beiden Richtungen leistenförmige Fortsätze, die aber nirgends bis zur Verschmelzung gelangen (Fig. 34).

Die längern Staubfäden drehen sich nur so lange, bis sich die Antheren derselben gerade gegenüberstehen.

Dentaria pinnata Lam. var. alba blüht schwach protogyn. Wenn die 4 obern Antheren zu stäuben beginnen, so befindet sich die Narbe, die in der Knospe fast so hoch stand, wie die Antheren, um eine halbe Antherenlänge unter dem untern Rand jener 4 Staubbeutel. Wenn diese bald zu stäuben aufhören, so ist das Wachsthum des Griffels so weit gediehen, dass die Narbe bis zu jenen Antheren gestiegen ist und sich nur zur Autogamie an sie anlegt.

14. Dentaria pinnata Lam. (Taf. II, Fig. 36 und 37.)

Im Juni 1900 im Neuenburger Jura gesammelt und hier zum erstenmal beschrieben.

Die kürzeren Filamente zeigen nach innen vorspringende, ganz schwache, häutige Längsleisten. Die 4 längern Filamente tragen, freilich auch nur in ganz schwacher Ausbildung, seitliche Längsleisten. Die Drehung der längern Staubblätter geht gleich weit, wie bei der oben geschilderten Varietät dieser Pflanze.

Die beiden Nektarien gehen als kontinuierlicher Halbring aussen um die Basis der kürzern Staubblätter herum.

Die Blüthen sind ganz homogam. Die Differenz in der Länge der Sexualorgane bei Beginn ihrer Funktion ist aber hier viel bedeutender und gleicht sich auch am Ende der Anthese nicht aus, so dass Autogamie zum mindesten sehr erschwert ist.

15. Dentaria polyphylla W. K. (Taf. II, Fig. 38 und 39.)

Ebenfalls noch nicht blüthenbiologisch untersucht. Exemplare vom Bachtel (Kanton Zürich), Anfangs Mai 1900 gesammelt.

Diese im Habitus der eben besprochenen sehr ähnliche Pflanze besitzt auch einen dem eben geschilderten ziemlich ähnlichen Blüthenbau. — Die Honigsäcke des Kelches sind auch hier schwach entwickelt. Die Petalen sind weiss, oft mit einem Ton ins Gelbliche, und besitzen, wie die von *D. pinnata Lam.*, kaum sichtbare Adern. Ihre Länge beträgt 17—18 mm, ihre Form gleicht derjenigen der genannten Art sehr.

Die beiden Nektarien, breite Halbringe darstellend, umgeben aussen die Basis der beiden kürzern Filamente, reichen aber oft auch bis an die Innenseite derselben. Weit unten am Blüthenstiel, unterhalb der Wurzeln der längern Filamente, finden sich dann noch 4 nicht sezernierende, rudimentäre Nektarien.

Die Filamente sind dünn; alle haben schwache, häutige Verbreiterungen. Die 4 obern Antheren drehen sich ebenso weit, wie bei den zuletzt beschriebenen Arten.

Die Blüthen sind homogam, spontane Autogamie ist aber dennoch ausgeschlossen, weil der Griffel immer so kurz bleibt, dass die Narbe die stäubenden Antheren nicht berühren kann. Autogamie durch Herabfallen von Pollen mag nur selten vorkommen, da dieser sehr klebrig ist. Indirekte Autogamie ist dagegen ziemlich häufig.

16. Lunaria rediviva L.

Knuth (Handb. II. 1, p. 110) erwähnt nur die Beobachtung Loew's, wornach diese Blüthen im botanischen Garten in Berlin von der Honigbiene (sgd.) besucht werden. — Ich untersuchte die Pflanze nach Exemplaren, die ich am 5. Okt. 1900 im Klönthal gesammelt hatte.

Die augenfälligen Blüthen haben einen Durchmesser von 20—25 mm. Die Tiefe der Kronröhre beträgt 8—9 mm. Die Kelchblätter sind behaart, besitzen tiefe Honiggruben und erreichen $^1/_3$ der Länge der Petalen, die 15—20 mm beträgt. Die Kronblätter sind symmetrisch gebaut; der Nagel ist halb so lang als das ganze Blatt und weisslich gefärbt. —Die beiden Nektarien liegen an der Innenseite der ziemlich weit abstehenden kleinern Staubfäden. Die zeitlichen und die räumlichen Differenzen zwischen den 4 grössern und den beiden kleinern Staubblättern sind bedeutend. Die längern Staubfäden besitzen an ihrer innern Seite eine schief nach unten gegen das Nektarium hin verlaufende, häutige Leiste. Der so entstehende schief, resp. spiralig verlaufende Kanal, der unterhalb der Anthere beginnt und über dem Nektarium, resp. dem Honigsack endet, muss wohl, wie die ähnlichen, bereits besprochenen Einrichtungen anderer *Cruciferen*blüthen, als Leitvorrichtung für den Insektenrüssel aufgefasst werden. — Der unterste Theil der kürzern Filamente ist ganz schwach löffelförmig verbreitert.

Die Blüthen von *Lunaria rediviva L.* sind homogam, seltener schwach protogynisch, jedoch meist etwas knospenprotogyn, d. h. (nach Fisch, Nro. 20) das Gynäceum ist in der Knospe stärker in der Entwicklung vorgerückt, als das Andröceum, und seine Anlagen sind in ganz jungen Knospen auch früher sichtbar, als diejenigen der männlichen Sexualorgane. Autogamie ist unvermeidlich, da die Narbe den 4 höherstehenden Antheren während der ganzen Anthese direkt anliegt. Die Antheren der kleinen, stark seitwärts auseinander spreizenden Staubfäden dienen ausschliesslich der Allogamie.

17. Nasturtium pyrenaicum R. Br. (Roripa pyrenaica Rchb.) (Taf. II, Fig. 40—43.)

Diese Blüthen sind bereits von Mac Leod (No. 52) in den Pyrenäen untersucht worden. Meine Beobachtungen wurden am 31. Juli 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis) gemacht.

Alle Theile der Blüthe, mit Ausnahme des grünen Gynäceums, sind gelb gefärbt. Die von mir untersuchten Exemplare hatten nur einen Durchmesser von 1,5—2,2 mm, während Mac Leod für die seinigen d = 5,5 mm angiebt. Die letztern Blüthen scheinen auch anders beschaffene Nektarien gehabt zu haben: Bei den Blüthen von Bourg-St.-Pierre fand ich links und rechts von jedem kürzern Staubblatt je eine längliche, mässig grosse Nektardrüse.

Spontane Selbstbestäubung ist hier, wiederum im Gegensatz zu Mac Leods Angaben, ausgeschlossen. In jungen Knospen sind die beiden Geschlechtsorgane gleich lang entwickelt. Schon vor der Oeffnung der Krone beginnt sich aber der Griffel rascher zu strecken, während sich der Narbenkopf gleichzeitig mit Papillen besetzt (Fig. 42). Wenn dann auch die Antheren zu stäuben beginnen, so steht die Narbe bedeutend über ihnen, obwohl sich unterdessen auch die Filamente stark verlängert haben. — Nach dem Gesagten sind die Blüthen von *Roripa pyrenaica Rchb.* schwach protogynisch dichogam. Sie besitzen aber eine das Andröceum bedeutend überdauernde Narbe.

18. Draba aizoon Wahlb. (Taf. II, Fig. 44—46.)

Es liegen noch keine Untersuchungen dieser Blüthe vor. Die meinigen wurden am 1.—3. April 1901 im Garten von Herrn Fröbel ausgeführt.

Die Kelchblätter sind stark halb so lang, wie die Kronblätter, neigen an ihren obern Enden und an den Rändern etwas nach innen und besitzen unten zwei sehr schwache Ausweitungen. Die Blumenblätter und Antheren sind hell- bis goldgelb und zeigen an ihrem Grunde grünliche Adern. Der Durchmesser der Krone beträgt 9—10 mm. Der von einem fleischigen, alle Staubfäden umschliessenden Ring abgesonderte Honig ist stets reichlich vorhanden und sammelt sich in Form kleiner Tropfen zwischen den Basaltheilen der Filamente an. Er ist von oben leicht zugänglich und immer sichtbar.

Die basifixen introrsen Antheren, die sich gegen Ende ihrer Funktion nach oben drehen, sowie die Anordnung der Staubfäden in 2 Gruppen: je 2 kürzere und 2 längere u. s. w. sind allgemeine Merk-

male der *Cruciferen*blüthe. Die längern Staubfäden zeigen schon bei Beginn der Anthese eine Drehung gegen die kürzern hin, doch geht hier diese Torsion ebenfalls nicht weiter, als bis sich die Antheren der 4 genannten Staubfäden ihre Innenseiten gerade zuwenden.

Die von mir untersuchten Blüthen waren alle ausgeprägt protogynisch. Schon aus der Knospe ragt der Griffel hervor, dicht besetzt mit bereits wohlausgebildeten Papillen (Fig. 46). Der Stempel überragt während der ganzen Anthese die Staubblätter so bedeutend, dass Selbstbestäubung, auch wenn wir von der Dichogamie absehen, ausgeschlossen ist (Fig. 45). Die Narbenpapillen verwelken aber schon, nachdem die ersten Antheren aufgebrochen sind. — Die kürzern Staubgefässe treten immer bedeutend später in Funktion, als die längern.

An ca. 10 Blüthen, die vor Insektenbesuch bewahrt wurden, indem ich die Pflanze mit feiner Gaze bedeckte, blieb die Narbe zum Theil bedeutend länger frisch.

Als Besucher beobachtete ich im Garten von Herrn Fröbel an reichlich Nektar sezernierenden, in der Sonne stehenden Exemplaren bei windstiller Witterung einige Fliegen, in einer Stunde aber nur 3 Bienenbesuche, während die danebenstehende weisse *Saxifraga Burseriana L.* (s. unten) ganz von *Apis mellifica* ♀ umschwärmt wurde.

19. Draba aizoides L. (Taf. II, Fig. 47–52.)

Untersucht von F. Hildebrand (No. 25) nach Gartenexemplaren, von H. Müller (No. 56) am Piz Umbrail und von Kerner (No. 29). Ich beobachtete die Pflanze im botanischen Garten in Zürich am 5. und 6. April 1901.

Der Blüthenbau gleicht demjenigen der eben beschriebenen Art sehr. Der Durchmesser der Krone beträgt 8—9 mm. Die kurzen Nägel der Kronblätter steigen von ihrem Grunde aus zuerst aufwärts, werden dort auch vom Kelch eng zusammengehalten und breiten sich dann erst zum Blüthenteller auseinander. Daher kommt es, dass der Honig hier bedeutend besser geborgen ist als bei *D. aizoon Wahlb.* (Alle Merkmale dieser Blüthe, die mit denjenigen jener Art übereinstimmen, sind hier nicht besonders erwähnt.) Die 4 langgestreckten, oft miteinander verschmelzenden Nektarien liegen je zwischen der Basis eines langen und eines kurzen Staubblattes.

Der Griffel, der von Anfang an schwache, wellige Krümmungen aufweist, überragt auch hier während der ganzen Anthese die Staubblätter so bedeutend, dass, auch abgesehen von der protogynen Dichogamie, Selbstbestäubung ausgeschlossen ist, — im Gegensatz zu den Angaben von H. Müller. Dagegen sah ich in einigen Büthen durch theilweises Schliessen der Krone, wobei sich die Petalen ganz zu den unten stehenden Antheren hinabneigten, um sich nachher wieder aufzurichten, Autogamie zu Stande kommen. — Die Protogynie ist hier etwas weniger ausgeprägt, als bei der oben geschilderten Art der Gattung *Draba;* die Narbe bleibt in den meisten Blüthen fast so lange frisch, als die Antheren stäuben.

Gegen Ende des Stäubens der Antheren beginnt sich der Griffel noch viel stärker zu krümmen und zu strecken. Hierauf schwillt der Fruchtknoten an und die noch lange nicht abfallenden Blumenblätter färben sich weiss (Fig. 49).

20. Draba Majellensis Kern. (Taf. II, Fig. 53—56).

Bisher noch nicht untersucht. Von mir am 28. April 1901 im Garten von Herrn Fröbel in Zürich beobachtet.

Die Erweiterungen am Grunde des Kelches sind stärker ausgebildet, als bei der zuletzt beschriebenen Art. Der grösste Theil des Honigs sammelt sich dort an. Die Blumenblätter sind gelb, besitzen nur schwer sichtbare, etwas dunkler gefärbte Adern und haben eine Länge von ca. 4 mm. — Der Nektar wird durch einen Ring, der rings um die Basis der Filamente herumgeht, abgesondert (Fig. 56). Die 4 längern Staubblätter führen die oft besprochenen Drehungen nicht weiter, als bis ihre Antheren einander ihre Innenseiten zuwenden.

Obgleich die Blüthen homogam sind, so ist doch spontane Autogamie ausgeschlossen, da die Sexualorgane auch hier räumlich voneinander getrennt sind. Anfangs ist der Griffel nur von der Länge der Staubgefässe, dann aber wächst er rascher und überragt die Antheren, wenn diese, sowie die Narbe ihre Funktion beginnen, um das Doppelte (Fig. 54). — Die Pollenkörner sind rund oder schwach oval,

mit meridianartig angeordneten Rippen versehen und von schmutzig gelber Farbe. Die einzelnen Körner haften nicht sehr fest aneinander.

Ich beobachtete häufig Ameisen als Honigräuber.

21. Draba altaica Bge. (Taf. II, Fig. 57—60.)

Die Blütheneinrichtungen dieser Art sind ebenfalls noch nicht bekannt. Meine Untersuchungen wurden am 3. Mai 1901 an Exemplaren aus dem botanischen Garten in Zürich ausgeführt.

Die Kelchblätter sind mit Ausnahme einer hellen, fast durchscheinenden Randparthie grün gefärbt. Die Kronblätter sind milchweiss. Sie tragen einige, gegen die Basis des Blattes konvergierende und dort deutlicher sich abhebende, dunklere Linien. Die Blumenblätter sind auch bei dieser Art ganz symmetrisch gebaut, sie ordnen sich jedoch hier deutlicher als bei der zuletzt besprochenen Art zu zwei Gruppen, wobei auch der Blütheneingang, der hier ziemlich eng ist, seine actinomorphe Form verliert. Der Durchmesser der geöffneten Krone beträgt 4—5 mm.

Die Nektarien umgeben in Form eines Halbringes die Aussenseite der verdickten Wurzeln der kleinern Staubfäden (Fig. 59 und 60). Dieser Wulst ist seitlich von der Basis des genannten Filamentes, also im Winkel gegen die längern Staubfäden hin, bedeutend stärker ausgebildet.

Die zeitlichen Unterschiede im Aufbrechen, sowie die räumlichen in der Lage der Antheren der beiden Arten von Staubfäden sind auch hier stark ausgeprägt und bleiben bis zum Schlusse der Anthese bestehen. Die Wurzeln aller Staubblätter sind verdickt, die der längern noch in höherem Masse, als diejenigen der kleinern Staubfäden, so dass infolge des Verschlusses des Blüthengrundes durch diese Zapfen von oben keine andern Stellen zugänglich sind, als die Nektarien, die aber auch z. Th. von diesen verdickten Filamentbasen überdacht werden. Es entstehen auf diese Weise 4 eigentliche Röhren, durch welche der Insektenrüssel zum Nektar eingeführt werden muss. Das Gebaren der Blumenbesucher entspricht auch ganz diesem eigentümlichen Bau der Blüthe: immer sieht man die Insekten, nachdem sie zu saugen begonnen haben, noch dreimal nacheinander ihren Vorderkörper heben und wieder senken, um jedesmal wieder von neuem zu saugen („Revolverblüthe").

Die Abdrehung der 4 längern Staubblätter gegen die kürzern hin beginnt erst spät und hört auch hier auf, sobald sich jene in der oft beschriebenen Weise gerade gegenüberstehen.

Die Narbe und die obern Antheren liegen während der ganzen Blüthezeit ziemlich auf derselben Höhe. Die Narbe ist schon in der Knospe mit Papillen bedeckt und wird noch vor Oeffnung der Krone vollständig empfängnissfähig. Erst später treten auch die Staubgefässe in Thätigkeit, und zwar kurze Zeit, bevor sie die volle Höhe der Narbe erreicht haben. Infolge ihres auch jetzt noch fortdauernden Wachsthums überragen die Staubblätter am Ende der Anthese den Stempel um einen ganz geringen Betrag, — um den gleichen, um den sie zu Anfang des Blühens von der Narbe überragt wurden. In allen diesen Stadien ist jedoch Berührung der Narbe mit den Antheren der längern Staubfäden möglich (Fig. 59 und 60). Erst wenn auch die Antheren der mässig stark seitlich abstehenden kleinern Staubfäden ihre Thätigkeit beginnen, stirbt die Narbe vollständig ab. Autogamie ist während der ganzen Anthese möglich; im Momente des Beginns der Funktion der kleinern Staubblätter sah ich sie sehr häufig eintreten. In diesem Stadium ist nur noch die äusserste Randzone der Narbe frisch.

22. Draba Dedeana Boiss. (Taf. II, Fig. 61—64.)

Ebenfalls blüthenbiologisch noch unbekannt. Die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen wurden am 22. April 1901 im Garten von Herrn Fröbel ausgeführt.

Die kurzen, breiten, weit abstehenden Kelchblätter sind, mit Ausnahme einer weisslichen, durchscheinenden, häutigen Randparthie, schmutzig grün gefärbt. Die rein weisse Krone hat oben einen Durchmesser von 7—8 mm. Die einzelnen Kronblätter besitzen einen kurzen, unten wieder etwas verbreiterten Nagel und eine grünliche Mittellinie; der äussere Rand zeigt eine schwache Einkerbung. Die Petalen sind symmetrisch gebaut, und das Aussehen der Krone von oben ist durchaus actinomorph.

Die Wurzeln der Filamente, besonders die der kleinern, sind verdickt (Fig. 63 und 64). Der Nektar wird hier von Anschwellungen an der Aussenseite der Basis jedes Filamentes abgesondert. Da diese Anschwellungen unterhalb der beschriebenen verdickten Filamentenden liegen und von diesen überwölbt werden, und da ausserdem die Nägel der Petalen trotz des nur lose anliegenden oder sogar abstehenden Kelches eine enge, ziemlich gut ausgebildete, wenn auch kurze Röhre bilden, so ist der Nektar recht gut geschützt. Die Nektarien an den beiden kürzern Staubfäden übertreffen die andern an Grösse.

Die Blüthen sind homogam, auch zeigt sich kein Unterschied in der Länge der innern Staubblätter und des Stempels. Da die Antheren immer in ihrer ursprünglichen Lage verharren, so ist spontane Autogamie leicht möglich.

23. Draba lasiocarpa Rchb.

Auch diese häufig zu *D. aizoon L.* eingezogene und dieser auch blüthenbiologisch in manchen Punkten ähnliche Art ist bis heute noch nicht untersucht worden. — Ich beobachtete die Blumen von *D. lasiocarpa Rchb.* am 26. April 1901 im Garten von Herrn Fröbel in Zürich.

Der Kelch ist dunkelgrün und mit weisslichen Randzonen versehen. Die Kronblätter sind gelb und besitzen nur unscharf abgesetzte Nägel.

Die Narbe ragt, bereits mit empfängnissfähiger Oberfläche versehen, schon aus der Knospe hervor. Die Antheren der 4 längern Staubgefässe beginnen zu stäuben, wenn sie durch Streckung der Filamente bis zur Höhe der Narbe gelangt sind. Dann erfolgt spontane Autogamie durch direkte Berührung der Sexualorgane ziemlich häufig, zumal sich die Staubblätter nur ganz wenig aus ihrer Knospenlage abdrehen.

Am Ende der Anthese verfärben sich die sehr lange nicht abfallenden Blüthenblätter und werden weiss.

24. Draba olympica Sibth. (Taf. II, Fig. 65 und 66.)

Noch nicht untersucht — Exemplare aus dem Garten von Herrn Fröbel in Zürich, am 23. April 1901 untersucht.

Der Durchmesser der geöffneten Krone beträgt 6—8 mm. Der grüne Kelch trägt vereinzelte lange, dünne, wollige Haare. Zwei Kelchblätter zeigen nach unten Ausbuchtungen, die meist mit Nektar gefüllt sind. Die Blumenblätter sind hochgelb gefärbt, besitzen keinen deutlich abgesetzten Nagel und sind mit schwach grünen, nach unten konvergierenden Adern versehen. Der Nektar wird wie bei *D. Dedeana Boiss.* oder ähnlich wie bei *D. altaica Bge.* abgesondert und geborgen.

Die Blüthen von *D. olympica Sibth.* sind homogam, nur sterben die Antheren immer viel früher ab, als die Narbe, was vielleicht in diesem Fall nur als Folgeerscheinung spärlich eingetretenen Insektenbesuches zu deuten ist, da es sonst auch nicht sehr zweckmässig wäre. Der Stempel ist immer erheblich kürzer als die Staubblätter, selbst die kürzern Staubfäden überragen ihn noch stark. Die obern Antheren drehen sich nur bis zu der oft besprochenen geraden Stellung und neigen stark nach vorn, so dass sie einander über der Narbe berühren und diese von oben gar nicht sichtbar ist. — Autogamie ist durch Herabfallen des allerdings sehr klebrigen Pollens auf die Narbe wohl möglich.

25. Draba repens Bieb. (Taf. III, Fig. 67—69a.)

Noch nicht untersucht. — Meine Notizen beziehen sich auf Material, das am 18. Mai 1901 im Garten von Herrn Fröbel in Zürich untersucht wurde.

Der gelbgefärbte Kelch ist unten zu mässig starken Honighaltern ausgeweitet und trägt ganz vereinzelte, lange, weisse Haare. Die Petalen sind 4—4,5 mm lang und besitzen ein deutlich sichtbares Aderwerk. Sie sind ganz symmetrisch gebaut; auch ist die Form der Krone, von oben gesehen, ganz actinomorph.

Die Nektarien stehen zu beiden Seiten der Wurzeln der kürzern Staubblätter als grosse, ovale, fleischige Körper (Fig. 68 und 69). Sie zeigen Spuren von Verbindungen untereinander.

Die längern Staubfäden besitzen häutige, leistenartige Verbreiterungen, die besonders unten ziemlich stark ausgebildet sind und an ihren den Nektarien zugewandten Rändern unter diese hinunter-

greifen. Die kleinern Filamente zeigen oft ebenfalls Verbreiterungen, die aber hier stets nur ganz schwach ausgebildet sind.

Der Fruchtknoten ist in transversaler Richtung etwas zusammengepresst, d. h. er ist in der Medianrichtung stärker ausgebildet, so dass die kleinern Staubblätter auf der Breitseite, die grössern auf der schmalen, stark gewölbten Seite liegen, — gerade umgekehrt wie z. B. bei den früher besprochenen Arten von *Aethionema*.

Die Blüthen sind anfangs protogyn. Der Griffel streckt sich bald nach der Oeffnung der Blüthe stark, so dass die nun schon empfängnissfähige Narbe auch hier über die Antheren hinausgehoben wird, bevor diese in Funktion treten. Auf diese Art ist Autogamie ausgeschlossen. In vielen Blüthen sah ich aber die Antheren bereits aufbrechen, als die Narbe jene Stelle eben passierte, so dass Autogamie dann theils unfehlbar eintreten musste, theils doch nicht ausgeschlossen war.

26. Draba hirta L. (Taf. III, Fig. 70.)

Von Warming in Grönland (No. 70) beobachtet. — Von mir Mitte Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich studiert.

Auch hier finden sich auf dem Kelch die charakteristischen, nur spärlich vorhandenen, langen, steifen, weissen Haare. Die Honigtaschen sind ganz wenig stärker ausgebildet, als bei der zuletzt beschriebenen Art. Die Länge der Kronblätter beträgt 4—5 mm. Zu beiden Seiten der Basis jedes kleinern Staubblattes befinden sich je zwei starke Nektarien, die nie unter sich durch Querleisten oder kleinere Nektarien verbunden sind.

Alle 6 Staubfäden zeigen an ihrem untern Ende löffelförmige, häutige Verbreiterungen, deren Funktion als Saftdecke bei Betrachtung der Blüthe von oben recht begreiflich erscheint.

Auch hier wächst der Stempel über das Andröceum hinaus, bevor dieses in Thätigkeit tritt, so dass Selbstbestäubung, wenigstens direkte, unmöglich ist. Die von Warming in Grönland beobachteten Blüthen waren homogam und der spontanen Selbstbestäubung fähig (Knuth, Handb. II 1, p. 112). Bei den hier beschriebenen Blüthen war überdies die Narbe meist schon abgestorben, wenn sie die Höhe der noch nicht aufgebrochenen Antheren passierte. Diese Blüthen sind nach dem Gesagten also ausgeprägt protogynische Insektenblumen.

27. Descurainia deltoides DC.

Von mir zum ersten Mal untersucht. Es wurden die Beobachtungen an Exemplaren im botanischen Garten in Zürich am 5. Mai 1901 gemacht.

Die Honigtaschen sind hier so tief, wie die tiefsten in der später zu besprechenden Gattung *Aubrietia*. Der Kelch ist mit kurzen, groben Haaren dicht besetzt und gewinnt dadurch ein rauhfilziges Aussehen. Die Petalen erreichen eine Länge von 20 mm. Sie sind, mit Ausnahme eines kleinen Vorsprunges an der dem kleinen Staubblatt zugewendeten Seite des schlanken Nagels, ganz symmetrisch gebaut. Ihre Farbe ist ein mässig dunkles Violett; die deutlich sichtbaren Adern sind dunkler gefärbt; der Kelch ist weisslich-grün.

Die längern Staubblätter, die sich während ihrer Funktion den kürzern zuwenden, besitzen schmale, häutige, seitliche Verbreiterungen und an ihrer Innenseite Andeutungen einer schiefen Rinne. Auch die Verbreiterungen, resp. Vorsprünge an den kleinern Staubfäden sind ganz ähnlich, nur weniger stark ausgebildet, als die entsprechenden der Gattung *Aubrietia*. (Vergl. Fig. 74 und 75.)

Der Nektar wird von zwei, die Basis der kürzern Filamente aussen umgebenden Halbringen abgesondert, die links und rechts, d. h. gegen die Wurzeln der grössern Staubblätter hin, in feine Spitzen auslaufen, ohne aber dort zusammenzustossen.

Der Fruchtknoten ist flaumig behaart, eine Erscheinung, die wiederum bei der Gattung *Aubrietia* besonders häufig ist.

Da die Narbe beim Stäuben der obern Antheren gerade zwischen diesen und den beiden untern Staubbeuteln steht, so ist auch dann schon Autogamie durch Herabfallen von Blüthenstaub möglich. Das Gynäceum, das schon eine empfängnissfähige Narbe trägt, wenn es noch ganz kurz ist, setzt nun sein

Wachsthum weiter fort. Wenn es aber die obern Antheren erreicht, so sind die Narbenpapillen meist schon ganz verdorrt, und es ist dann gewöhnlich in jenen auch nicht mehr viel Pollen vorhanden. — Nach dem Gesagten sind die Blüthen von *Descurainia deltoides DC.* anfangs stark und am Ende der Anthese nur noch schwach protogynische Insektenblumen.

28. Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg. (Taf. III, Fig. 71—84 b.)

Ueber diese Gattung giebt Knuth (Handb. II. 1, p. 108) nur an, dass Loew im botanischen Garten in Berlin *Eristalis sepulcralis L.* auf *A. saxatilis L.* und *Apis mellifica* auf *A. Columnae Guss. (Ten.)* saugend beobachtete. — Ich untersuchte die Blüthen der *Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg.* am 3. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel.

Der Durchmesser der ganz geöffneten Krone beträgt 10, die Länge eines Kronblattes 9—10, die Tiefe der Kronröhre 8 mm. Die Kelchblätter, besonders die beiden mit den bekannten, hier sehr stark ausgebildeten Vertiefungen versehenen, sind weisslich bis hellgrün, am Rande ganz farblos. Die violette Platte der Blumenblätter ist mit dunklern Adern versehen, der weisse Nagel in der bei *Descurainia deltoides DC.* geschilderten Art asymmetrisch gebaut (Fig. 73).

Die Honigdrüse (Fig. 77 und 78) stellt einen mässig ausgebildeten, grünen Ring dar, welcher die Wurzeln sämmtlicher Filamente aussen umzieht, der aber nur ausserhalb und besonders auf den Seiten der kleinern Staubblätter sezerniert und häufig sogar an den übrigen Stellen ganz unterbrochen wird. Der Nektar sammelt sich im Honigsporn des betreffenden Kelchblattes oder in Kugelform zwischen den Wurzeln je eines längern und eines kürzern Staubblattes (Fig. 80).

Wenn man den Kelch entfernt und dann die Kronröhre von aussen in allen Richtungen besieht, so gewahrt man einen Unterschied in der Stellung der Kronblätter und den asymmetrischen Bau der Nägel. Infolge dieser beiden Umstände schliessen die Nägel der Kronblätter über den beiden längern Staubfäden dicht zusammen, während sie bei dem kleinern Staubblatt eine grosse Lücke offen lassen. Diese bei weitaus der grössten Zahl von Blüthen durch Stellung oder Bau der Nägel entstehenden Oeffnungen dienen dazu, das Ausfliessen des abgesonderten Nektars in die entsprechende Kelchtasche zu erleichtern und dem von oben eindringenden Insektenrüssel den Durchgang in den Sporn des Kelches zu gestatten (Fig. 79).

Die 4 längern Staubblätter tragen schwach spiralig um dieselben herum verlaufende, aber meist nur an der Innenseite ausgebildete, stark vorspringende Leisten, die erst am untersten Theil der Filamente verschwinden (Fig. 74). Diese häutigen Leisten stehen schief nach oben ab, so dass sich zwischen ihnen und dem Filament eine Furche, eine Art von Kanal bildet, der nach oben, und in seinem untern Theile auch nach dem Blüthencentrum hin geöffnet ist. Die Leisten beginnen oben an den innern Seiten der 4 Staubfäden und drehen sich dann gegen die beiden kürzern Filamente hin, um endlich, nahe der Basis derselben, in eine flache, im gleichen Sinn gewundene Rinne der kurzen Staubfäden einzumünden (Fig. 74a), die direkt an den besonders reichlich sezernierenden Stellen des Nektariums, links und rechts von den Wurzeln des kurzen Staubblattes, wo ja auch die beiden Eingänge zum Honigsporn liegen, endigt, — während der Kanal am längern Staubblatt verstreicht. Da die Filamente in der Blüthe alle aufgerichtet sind, und besonders die 4 längern sich dicht aneinander anschliessen, so stellen diese 4 spiralig gewundenen Röhren die einzigen aber sichern Zugänge zum Nektar dar (Fig. 76—76c). Durch diese Vorrichtung wird kurzrüsseligen Insekten der Zutritt zum Honig erschwert und den eigentlichen Bestäubern wird eine bestimmte Manier in der Honigausbeutung vorgeschrieben, die, wie wir dem folgenden und den Figuren entnehmen können, sicher zur Kreuzung führen muss. Die Blüthen von *Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg.* sind darum nur langrüsseligen Bienen und Faltern zugänglich, und es lässt sich das Auftreten solcher Honigröhren in Verbindung mit der viel lebhafter als bei den meisten übrigen *Cruciferen* gefärbten Krone nicht anders denken, als dass wir hier eine Blume vor uns haben, die im Begriffe steht, sich zu einer höher angepassten, einer Falter- oder Bienenblume umzugestalten. Wenn wir bedenken, wie gut die oben besprochenen Leitvorrichtungen für den Falterrüssel passen, so scheint uns überdies das erstere allein wahrscheinlich.

Die Beobachtungen von Insektenbesuchen, die ich hier trotz der ungünstigen Witterung und

trotzdem ich die Blüthen nicht in freier Natur vor mir hatte, ausführte, bestätigten denn auch die über den Besucherkreis ausgesprochene Vermuthung.

Die besprochenen Vorrichtungen an den Filamenten sind starken Abänderungen unterworfen. Diese Abänderungen kommen aber nicht mit allen Uebergängen vor, sondern in Sprüngen, und es treten oft Bildungen in einer Blüthe auf, die in allen andern nicht einmal in der Anlage vorhanden sind. Ich fand allerdings unter vielleicht 90—95% der untersuchten Blüthen die beschriebenen Einrichtungen mit nur geringen Abänderungen; in einzelnen Blumen zeigten aber z. B. nur die längern Filamente die beschriebenen Leisten, die dann bis zum Grunde der Blüthe reichten, in andern trugen nur die kürzern Staubfäden durch die beschriebenen seitlichen Furchen, die dann weiter oben begannen, zur Bildung der Röhren bei, in einigen fehlten diese fast ganz. Zu den seitlichen Rinnen der kleinern Staubblätter gesellt sich ziemlich oft ein gegen die Blüthenmitte gerichteter, häutiger Vorsprung (Fig. 74 a), an dessen Seitenwänden dann jene Rinnen, meist seichter ausgebildet, sich vorfinden, wenn sie nicht ganz fehlen. Letzteres ist oft der Fall, da der Vorsprung für sich zur Weiterleitung des Insektenrüssels genügt. Häufig kommt bei diesen mit radialem Vorsprung versehenen kurzen Staubfäden anstatt der flachen seitlichen Rinnen ein tieferer Kanal auf der dem Fruchtknoten anliegenden Kante des Vorsprungs vor, in welchen Kanal dann die spiraligen Rinnen der seitlichen Staubfäden einmünden (Fig. 75). Es scheint also, dass es der Blüthe durchaus nicht darauf ankommt, an welchen Theilen sie die besprochenen Leitkanäle zum Nektar anlegt oder was für Mittel sie zu ihrer Erstellung benützt, sondern nur darauf, dass diese Kanäle wirklich vorhanden seien, da sie sonst in der Konkurrenz um Kreuzung neben den andern Blüthen ihrer Sippe nicht bestehen könnte.

Der Stempel hält in seinem Wachsthum immer Schritt mit den Staubblättern, so dass die Narbe stets ungefähr in der Mitte zwischen dem obern Ende der höhern und dem untern der tiefern Antheren verharrt. Die Papillen der Narbe werden erst völlig ausgebildet, wenn die obern Antheren schon einige Zeit gestäubt haben, die beiden Stadien dauern aber genau gleich lang. Die Blüthen sind also anfangs protrandrisch, später homogam. — In der Knospe zeigen die Staubblätter noch ihre ursprüngliche Stellung. Zur Zeit, wo die obern Antheren noch allein stäuben, drehen sie sich so lange, bis sie ihre Innenseiten einander zuwenden, und wenn dann auch die kleinern Staubblätter in Funktion treten, so wenden jene ihre mit Pollen bedeckten Innenseiten diesen zu (Fig. 84—84 b). So kommen zwei ganz mit Pollen ausgekleidete äussere Blüthenöffnungen zu Stande, in denen sich dann erst die Eingänge zu je 2 der besprochenen zum Honig führenden Rinnen finden. — Spontane Autogamie ist ziemlich sicher ausgeschlossen, da die Narbe, wie wir bereits gehört haben, noch nicht empfängnissfähig ist, so lange sich die 4 obern Antheren noch nicht gegen die beiden untern hin abgedreht haben, und da die Antheren der kleinern Staubfäden denn doch zu weit von der Narbe entfernt sind, um diese berühren zu können. Wenn die längern Staubblätter schon verstäubt und die innern Parthieen der Narbe bereits tot sind, so nähern sich die beiden untern Antheren gewöhnlich der letztern noch etwas und gelangten in einigen nicht häufigen Fällen sogar zur Berührung mit ihr. Durch Ueberkippen der Antheren der längern Staubfäden nach hinten sah ich dagegen nie Autogamie zu Stande kommen. Derartige Bewegungen der Antheren wären hier ja auch zwecklos, da die Torsion der Filamente hier nicht so weit geht wie z. B. bei *Cardamine pratensis L.*

29. Aubrietia purpurea DC. fol. aur. marg. (Taf. III, Fig. 85—87.)

Am 8. Mai 1901 bei Herrn Fröbel untersucht.

Die Kronblätter haben die gleiche Farbe, wie bei den zuletzt beschriebenen Blüthen, nur an der Uebergangsstelle der Platte in den Nagel sind sie grün. Sie sind 17 mm lang und auch hier mit Ausnahme der feinen Nagelränder symmetrisch.

Wie die beigegebenen Figuren zeigen, sind die Nektarien hier etwas anders, als bei der Stammart gebaut. Sie bestehen nämlich nicht aus einem halbkreisförmigen Wulst um die Wurzeln der kürzern Staubblätter herum, sondern aus je zwei zu den beiden Seiten der Basis jener Filamente liegenden, läng-

lichen, charakteristisch geformten, Honig absondernden Drüsen, die vor dem Staubblatt beinahe zusammenstossen, aber nie ineinander überfliessen.

Die längern Staubfäden zeigen dieselben Verbreiterungen mit spiraligen Vertiefungen an der Innenseite (nicht vorspringende Leiste!), wie sie eben besprochen wurden. Die häutige, radial gestellte Leiste des kürzern Staubblattes dagegen springt oben viel stärker nach innen vor und besitzt unten kaum Andeutungen von seitlichen Rinnen, wohl aber eine deutliche Vertiefung an der dem Fruchtknoten anliegenden Kante. Der längs der spiraligen Vertiefungen der längern Staubfäden eindringende Insekten-(Schmetterlings-)rüssel stösst an die seitliche Wandung des häutigen Vorsprungs des kürzern Staubblattes und gleitet von da nach unten zum Nektarium (Fig. 87). Die genannte Vertiefung in der Leiste des kürzern Filamentes kann vielleicht als neue, besondere Leitröhre aufgefasst werden. Auf jeden Fall verengern diese radial gestellten, leistenförmigen, häutigen Fortsätze der kürzern Staubblätter den Blütheneingang ganz bedeutend und dienen, wie oben beschrieben, mit ihrer seitlichen Wandung zur Leitung des Insektenrüssels unmittelbar vor seiner Ankunft am Nektar. Sie scheiden auch die Zugänge zu den beiden aneinander anstossenden Nektarien voneinander.

Die Blüthen sind ebenfalls protogynisch. Die Narbe steht anfangs bedeutend tiefer als die 4 obern Antheren, etwa auf der Höhe der untern. Sie erreicht jene, wenn sie fast ganz verstäubt sind, aber doch noch so früh, dass im letzten Moment der Anthese noch Autogamie eintreten kann. Da aber die Streckung des Griffels häufig so spät eintritt, dass keine Selbstbestäubung mehr erfolgen kann, so bleiben die Narben dieser Blüthen noch lange Zeit frisch.

Es ist noch nachzutragen, dass die Drehung der längern Staubblätter hier noch weiter geht, als bis die obern Antheren den untern zugewendet sind, so dass am Ende der Anthese die Autogamie durch das Ueberkippen der Antheren der 4 längern Staubblätter nach hinten noch gefördert wird.

30. Aubrietia croatica Schott. (Taf. III, Fig. 88.)

Am 21. Mai 1901 im Garten von Herrn Fröbel gesammelt und später untersucht.

Die auch hier blaulila gefärbten Blüthen haben einen grüngelben bis weissen Eingang, der etwas weiter ist, als bei den oben besprochenen Formen. Hier ist auch der scharf von der Platte abgesetzte Nagel fast ganz symmetrisch gebaut. Das ganze Kronblatt erreicht eine Länge von 9 mm.

Die Nektarien sind ähnlich beschaffen, wie bei den zuletzt beschriebenen Blüthen, bilden jedoch nur einen einfachen Halbring ohne seitliche Fortsätze, der um die Basis der kleinern Staubfäden herumgeht.

Die Furche an der innern Seite der häutig verbreiterten längern Staubfäden ist hier weniger stark ausgebildet. Dagegen bilden sich hier ausserhalb des Randes der häutigen Verbreiterungen tiefere Rinnen, die ebenfalls in der oben geschilderten Art verlaufen und demselben Zwecke dienen. Das Ganze gleicht wieder mehr der Ausbildungsart bei *A. purpurea DC. fol. arg. marg.* — Diese tiefere Furche erhält sich bei den meisten der unten noch beschriebenen Arten allein. Da diese äusserst feinen Einrichtungen nicht gut in kurzen Worten beschrieben werden können, werde ich auf eine Vergleichung der später geschilderten Filamentformen mit diesen dann nicht mehr zurückkommen. — Die radial gerichteten Fortsätze der kürzern Staubblätter sind oben in zwei Zipfel gespalten und besitzen unten, auf ihrer an den Fruchtknoten anstossenden Kante ebenfalls eine Vertiefung, während dagegen jede Spur von seitlichen Einsenkungen hier fehlt (Fig. 88).

Die 4 längern Staubblätter drehen sich kaum so stark aus ihrer ursprünglichen Lage ab, bis sich die Antheren ihre mit Blumenstaub bedeckten Innenflächen paarweise gerade zuwenden.

Der Stempel ist kurz, der Fruchtknoten an seinem obern Theil behaart.

Das Gynäceum beginnt seine Thätigkeit etwas vor dem Andröceum und stirbt auch vor diesem ab. Der Unterschied in der Länge der Sexualorgane wird hier nicht gegen Ende der Anthese durch ein Nachwachsen des Griffels verringert oder gar aufgehoben, so dass spontane Autogamie höchstens durch Herabfallen von Pollen auf die Narbe möglich ist. Indirekte Autogamie ist nicht ausgeschlossen.

31. Aubrietia deltoidea DC. (Taf. III, Fig. 89 und 90.)

Die im Folgenden beschriebenen Exemplare stammen aus dem Garten von Herrn Fröbel (25. Mai 1901).

Die Farbe der Büthen ist dieselbe, wie bei den schon besprochenen Arten. Der Blütheneingang ist weiss, das Aderwerk auf den Petalen nicht nur dunkler, sondern sogar ganz roth gefärbt. Ebenso sind die Kronblätter, sogar die Nägel derselben, fast ganz symmetrisch gebaut. Die Nektartaschen des Kelches sind selbst für diese Gattung ausnahmsweise gross.

Die Nektarien stellen einfache Ringe um die kleinern Staubfäden herum dar, die innen nicht geschlossen und aussen am mächtigsten entwickelt sind.

Die seitlichen Hautleisten an den längern Staubfäden sind gleich ausgebildet, wie bei der zuletzt besprochenen Form, nur mit dem Unterschiede, dass hier auch die dort beschriebenen tiefern Kanäle viel seichter ausgebildet sind und nach unten rasch ganz verschwinden. Auch die nach innen gerichteten Leisten der kleinern Staubblätter sind nur schwach entwickelt und beginnen auch lange nicht so weit oben am Filament, wie bei den bis jetzt beschriebenen Blüthen aus der Gattung *Aubrietia*.

Ueber die Differenz in der Länge der Sexualorgane gilt das bei den bereits besprochenen Arten Gesagte; der Griffel erreicht nie die Länge der Staubblätter. Da die Blüthen überdies so stark protogynisch sind, dass die beiden Stadien kaum mehr übereinander greifen, so ist Autogamie gänzlich ausgeschlossen. — Die Narbe ist roth gefärbt.

32. Aubrietia Antilibani Boiss. (Taf. III, Fig. 91.)

Am 2. August 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre und im Frühsommer gleichen Jahres in den Gärten von Herrn Fröbel in Zürich untersucht. — Ich spreche hier zuerst ausschliesslich von den Blumen aus dem Garten der Linnaea.

Der mit zahlreichen filzigen und einigen wenigen längern Haaren bekleidete, bräunlichgrün gefärbte Kelch ist oben überall roth umrandet und weitet sich unten zu recht starken Honigsäcken aus. Die letztern waren bei den im Garten von Herrn Fröbel untersuchten Exemplaren, auf die wir unten noch zurückkommen werden, etwas schwächer ausgebildet. — Die Kronblätter sind violett gefärbt, der Blütheneingang, d. h. die Umbiegungsstelle der Nägel der Kronblätter in die Platten ist ganz weiss; die Nägel sind an ihrem Rande weiss, häutig und ziemlich stark asymmetrisch. Im übrigen sind sie, mit Ausnahme des untersten grünen Theils, hellviolett gefärbt. Die Länge eines isolierten und gestreckten Kronblattes beträgt 13—13,5 mm. Die Petala besitzen auf ihrer Oberseite ein deutlich sichtbares, dunkleres Aderwerk, das als Saftmal funktionierend gedacht werden kann. — Die bei Herrn Fröbel beobachteten Blüthen besassen nur 10 mm lange Kronblätter mit viel weniger deutlich abgesetztem und ganz symmetrischem Nagel. Die Antheren der längern Staubfäden waren auch in diesen Blüthen, im Gegensatz zu den später im Wallis untersuchten, schon einige Zeit nach erfolgter Oeffnung der Krone gegen die der kleinern hin abgedreht.

Der Bau der Nektarien ist ein ähnlicher, wie *A. purpurea DC. fol. aur. marg.*; die bekannten Verbreiterungen an den Filamenten sind ganz gleich ausgebildet, wie bei *A. croatica Schott.*

Die Blüthen sind mässig stark protogynisch dichogam. Die Narbe wird frühzeitig so stark gehoben, dass sie zu der Zeit, da die 4 höherstehenden Antheren stäuben, 4 mm über diese, 6—7 mm über die beiden untern und weit aus der Blüthe herausragt und dass die Gesammtlänge des Gynäceums dann 11—12 mm beträgt. Spontane Autogamie ist also ausgeschlossen. — Die Exemplare im Garten des Herrn Fröbel waren viel stärker dichogam. Ferner wuchs hier der Griffel gar nicht über das Andröceum hinaus. Die Narbe kam eben bei den obern Antheren an, als sie am Rande noch einige lebenskräftige Papillen besass. In den meisten Fällen waren die Antheren dann noch geschlossen, nur ganz selten trat spontane Selbstbestäubung ein.

33. Aubrietia Columnae Guss. (Ten.)

Ich beobachtete die Blüthen dieser oft zu *A. deltoidea DC.* gerechneten Art am 4. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre.

Der Kelch ist ganz gleich beschaffen, wie bei *A. Antilibani Boiss.;* nur sind hier die langen, vereinzelten, weissen Haare nicht so sehr lang und nicht verzweigt, wie dort, dagegen zahlreicher. Auch die Petalen sind gleich gebaut; sie erreichen eine Länge von 10,5 mm; die unsymmetrischen, seitlichen Ausbuchtungen des Nagels sind etwas stärker entwickelt, als dort. Die Farbe der Krone ist dunkler, als die der genannten Blumen. Es giebt aber daneben auch noch weisse Blüthen; in dem genannten Garten fand ich violette und weisse Blumen an ein und demselben Stengel!

Die Nektarien sind gleich ausgebildet wie bei *A. deltoidea DC.*, nur springt der Honig absondernde Ring hier nicht wallförmig vor, sondern ist im Gegentheil eingesenkt, so dass wir also hier besser von einer ringförmgen Rinne sprechen können. — Die häutigen Organe an den Staubfäden sind ganz gleich, wie bei *A. deltoides DC.* ausgebildet. — Wie dort, so drehen sich endlich auch hier die 4 längern Staubfäden kaum so weit, bis sich je zwei gerade gegenüberstehen.

Das stark behaarte Gynäceum gelangt auch bei dieser Art vor dem Andröceum zur Reife, doch ist der Grad der Dichogamie dieser Blüthen gering oder doch nur mässig stark. Da die Narbe noch stark papillös ist, wenn sie bis zur Höhe der dann am stärksten stäubenden obern Antheren gehoben worden ist, so erscheint Autogamie, allerdings erst gegen Ende der Anthese, unvermeidlich. — Es kommen hinsichtlich des Grades der Dichogamie und der Differenz in der Länge der Staubfäden und des Stempels ziemlich grosse Abänderungen vor. So giebt es, allerdings ziemlich selten, auch Blüthen, wo durch starke Dichogamie und rasches Strecken des Griffels bis über die Länge der Staubfäden Autogamie verunmöglicht ist.

An einzelnen Stengeln fand ich kleinere Blüthen mit ganz rudimentären Staubblättern.

34. Aubrietia Leichtlini h. (Taf. III, Fig. 94—100.)

Am 16. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre und früher nach am 8. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich gesammeltem Material untersucht.

Der Kelch ist flaumig behaart. Die Honigsäcke sind stärker entwickelt, als bei *A. purpurea DC.*, jedoch nicht so stark wie bei *A. deltoidea DC.* Die Länge der Kronblätter habe ich im Garten des Herrn Fröbel zu 13, in Bourg-St.-Pierre zu 18 mm gemessen; dort waren kaum die häutigen Ränder des Nagels, hier (Fig. 94) dagegen auch die überdies etwas schärfer abgesetzten Platten asymmetrisch gebaut. Die Farbe der Kronblätter der bei Herrn Fröbel untersuchten Blüthen ist ein helles, auf der Aussenseite ins Weissliche übergehendes Karminroth; die Blumen im Garten der Linnaea waren hellviolett. Die Petalen besitzen ein deutliches, besonders an ihrer Basis dunkler gefärbtes Aderwerk.

Die Nektarien stellen 4 ziemlich stark vorspringende, charakteristisch umgrenzte, nach unten spitz zulaufende aber nicht zusammenfliessende Höcker zu beiden Seiten der kleinern Staubgefässe dar. Ueberdies kommen an der Basis der längern Filamente häufig noch Rudimente von 4 weitern Nektarien vor. Diese sezernieren jedoch nie.

Die Leisten der kleinern Staubblätter sind auf ihrer Kante nicht oder nur selten mit einer Rinne versehen, sie biegen sich dagegen, ähnlich wie bei den unten zu besprechenden Blumen aus der Gattung *Alyssum,* an ihrem Rande meistens gegen das Filament hin um, so dass auf diese Weise ein neuer Kanal entsteht. Häufig legt sich, wie dies bei der genannten Gattung dann allgemein geschieht, der ursprünglich radial gestellte Vorsprung der kleinern Staubfäden seitlich um (Fig. 95 und 95 a). An den längern Staubblättern, deren Filamente starke häutige Verbreiterungen tragen, ist hier neben dem äussern, tiefern Kanal der bei *A. croatica Schott.* erwähnte innere, seichtere, in Fig. 97 mit (!) bezeichnete noch ganz gut ausgebildet. Beide Rinnen verlaufen hier nicht mehr spiralig um die Filamente herum, sondern nur schwach schief, oft ganz gerade nach unten und sind auch am untern Ende der Staubfäden noch

gut ausgebildet, da sie dort nicht in entsprechende Organe der kleinern Staubfäden einmünden, sondern den Insektenrüssel allein bis zum Nektar leiten. — Die 4 längern Staubfäden drehen sich nicht stark aus ihrer ursprünglichen Lage ab.

Die dem Garten des Herrn Fröbel entnommenen Blüthen waren anfangs protogyn, am Ende der Anthese dagegen homogam. Die Staubfäden überragten das Gynäceum während der ganzen Anthese um den gleichen Betrag. Bei den im Garten der Linnaea untersuchten Blüthen wuchs dagegen der Stempel schneller, und die Narbe wurde sogar an den 4 obern Antheren vorbeigehoben, als diese noch gar nicht stäubten. Diese Blüthen waren während der ganzen Anthese schwach protrandrisch. — In beiderlei Blüthen ist Autogamie unwahrscheinlich; in den erstgenannten ist sie jedoch durch Herabfallen von Pollen und in denen aus dem Alpengarten der Linnaea dadurch möglich, dass oft, wie z. B. in Fig. 100, der Griffel zu wenig hoch über die Staubblätter hinauswächst.

Eine mir unbekannte Farbenvarietät, die im Garten von Herrn Fröbel als

35. Aubrietia „Froebeli“ (Taf. III, Fig. 92)

bezeichnet war, habe ich im Juni 1901 in jenem Garten untersucht.

Der schmutzig braungrün gefärbte, wollig behaarte Kelch besitzt unten sehr tiefe Honiggruben. Die Petala erreichen eine Länge von 12 mm und sind ganz symmetrisch gebaut. Die Platten sind blauviolett, die Nägel grünlichweiss gefärbt. Ein reich verzweigtes Aderwerk ist nur schwer sichtbar.

Die beiden Nektarien umziehen als schmale Halbringe die Aussenseite der Basis der kleinern Filamente.

Die Verbreiterungen an den längern Filamenten sind nicht sehr stark entwickelt, die Rinnen nur schwach ausgebildet, gehen aber stärker schief als z. B. bei *A. croatica Schott.* oder sogar spiralig nach unten. Sie münden meistens in die besonders oben stark ausgebildeten Höhlungen auf der Kante des Vorsprunges der kleinern Filamente, die dann zum Honigsporn führen.

Die Differenz zwischen den grössern und den kleinern Staubblättern beträgt etwa $1^1/_2$ Antherenlängen. Da die beiden Sexualorgane gleichmässig schnell wachsen, so verharrt die Narbe während der ganzen Anthese zwischen den obern und den untern Staubbeuteln. — Die Blüthen sind so stark protogyn, dass Autogamie ausgeschlossen ist. Ueberdies drehen sich die obern Staubbeutel nach dem Beginn ihrer Funktion, bis sie sich gegen die kürzern hinwenden und bewegen sich also von der Narbe weg. —

36. Aubrietia gracilis Sprun. (A. Pinardi Boip.) (Taf. III, Fig. 93.)

Im Monat Juni 1901 im Garten des Herrn Fröbel untersucht.

Der Kelch besitzt recht tiefe Honighalter. Er ist gelbgrün und trägt spärlich wirre, lange Haare. Die Länge der Petalen beträgt 14 mm. Die nicht sehr scharf von den Nägeln abgesetzten Platten der Kronblätter sind symmetrisch, die Platten blaulila, die Nägel weiss. Das Aderwerk der Platten ist kaum sichtbar.

Zu beiden Seiten der Wurzeln der kürzern Staubblätter liegen grosse, runde Nektarien, die gegen die längern Staubfäden hin und nach unten lange, dünne Fortsätze bilden, welche aber nie zusammenfliessen. — Die mit den bekannten schiefen Furchen versehenen Verbreiterungen der längern Staubfäden sind mässig stark ausgebildet, die gegen das Innere der Blüthe vorspringenden Leisten der kürzern Filamente fleischig und nur wenig ausgehöhlt. Sie beginnen unmittelbar unter der Anthere und greifen mit ihrer Spitze ganz in die Furchen der Anthere hinein, gehen aber nicht bis ans untere Ende des Filamentes, während sich die genannte wenig tiefe Rinne am Filament selbst bis dorthin fortsetzt.

Die Blüthen sind protogynisch. In der Knospe ist das Gynäceum viel länger, als die Staubfäden. Seine Papillen bilden sich unmittelbar nach der Oeffnung der Krone. Die Narbe wird später an den obern Antheren vorbeigehoben, bevor diese stäuben, so dass Autogamie ausgeschlossen ist. Narbe und Antheren bleiben ungefähr gleich lang in Thätigkeit, häufig überdauert die Narbe sogar das Andröceum.

37. Arabis alpestris Schleich.

H. Müller giebt (No. 56) einige in den Alpen beobachtete Insektenbesuche an. Ich habe die Blüthen der genannten Pflanzen am 1. Juni 1901 in Zürich nach Exemplaren aus dem Garten des Herrn Fröbel untersucht.

Die Nektarsäcke im Kelch sind gleich stark entwickelt, wie bei der unten beschriebenen Art *A. hirsuta Scop.* Die Krone ist weiss. An der Innenseite der Wurzeln der kleinern Staubfäden, links und rechts nach aussen vorragend, finden sich die beiden kleinern und zwischen den Wurzeln der längern Staubfäden die zwei grössern, stark vortretenden Nektarien. — Die längern Filamente sind seitlich mit ganz schwachen, geraden, häutigen Leisten versehen. — Die 4 obern Antheren drehen sich so lange, bis sie sich gerade gegenüberstehen.

Die Blüthen von *Arabis alpestris Schleich.* sind stark protogynisch. Bei beginnender Anthese ist der Griffel um eine halbe bis eine ganze Antherenlänge kürzer, als die Staubfäden. Er streckt sich dann aber rasch, und die Narbe passiert die 4 höhern Antheren, wenn diese noch geschlossen sind. In diesem Momente besitzt der Griffel eine Länge von 3,5 mm. Gewöhnlich stirbt die Narbe erst ab, wenn die Antheren schon stark stäuben, oft aber auch schon bei beginnender Thätigkeit der letztern.

38. Arabis hirsuta Scop. (Taf. III, Fig. 101 und 102.)

Die Bestäubungseinrichtungen dieser Blüthen sind bereits von Hermann Müller (No. 55) und von Warnstorf (No. 71) studiert worden. Ich untersuchte sie am 12. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Die rein weiss gefärbten Blüthen besitzen einen schwach wollig behaarten Kelch mit kleinen Honigsäcken und ganz symmetrisch gebaute, 4 mm lange Kronblätter. Das Aussehen der Krone von oben ist regelmässig, actinomorph, die Oeffnung ist quadratisch. Dies lässt uns die Anordnung der Nektarien erraten: Es finden sich 2 gleich grosse Honigdrüsen, die zwischen den Wurzeln je eines kürzern und eines längern Staubblattes liegen und in gleichen Abständen voneinander im Blüthengrund vertheilt sind. Müller fand an den von ihm untersuchten Exemplaren dagegen zwei an der Innenseite des Grundes der kürzern Staubblätter befindliche Nektarien. Die 4 Nektarien meiner Blüthen stehen untereinander durch schmale, nicht sezernierende Drüsenstreifen in Verbindung, wobei sich oft noch an den Wurzeln der längern Staubblätter dickere Wülste ausbilden. Ueberdies senden die 2 grösseren Nektarien auch noch Fortsätze an die Innenseite der kürzern Staubblätter, die aber nie zusammenfliessen. Daraus fogt, dass hier der typische, sämmtliche Filamentwurzeln aussen umziehende Nektarring der *Cruciferen*, sammt der sehr häufigen Fortsätze an die Innenseite der kürzern Staubblätter sehr vollständig ausgebildet ist. Das dieser Beschreibung beigegebene Schema (Fig. 102) zeigt den geschilderten Bau der Honig absondernden Organe im Blüthengrund.

Die Drehung der 4 längern Staubblätter, über die Müller nichts sagt, geht hier erst am Ende der Anthese so weit, dass sich die Antheren gerade gegenüber stehen. Müller erwähnt auch die seitlichen Häute nicht, welche sich unten an den genannten Staubfäden finden und diese löffelförmig gestalten.

H. Müller berichtet, dass seine Blüthen homogam waren und ein den Stempel überragendes Andröceum besassen, so dass durch Pollenfall am Ende der Anthese Autogamie eintreten konnte. — Meine Blüthen waren anfangs ziemlich stark protogyn, und die Narbe stand dann etwas höher als die 4 obern Staubbeutel. Diese wurden dann gehoben und berührten am Ende der Anthese die Narbe regelmässig.

39. Arabis procurrens W. et K. (Taf. III, Fig 103 und Taf. IV, Fig. 104 und 105.)

Die Blütheneinrichtungen dieser Species sind noch unbekannt. Ich untersuchte dieselben am 4. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Die weissen, symmetrischen Kronblätter haben eine Länge von 9 mm. Es kommen auch hier 4 grössere und 4 kleinere Nektarien vor, die alle an denselben Stellen liegen, wie bei der soeben besprochenen *A. hirsuta Scop.*, doch sezernieren hier auch die kleinern. Auch hier sind alle Nektarien miteinander verbunden, höchstens zwischen den kleinern wird der Ring zuweilen unterbrochen. Die Fortsätze an der Innenseite der kleinern Filamente kommen ebenfalls vor (Fig. 105). Alle Staubfäden

tragen ziemlich breite, oben und unten gleichmässig entwickelte Häute, welche unten natürlich innerhalb der Nektarien vom Blüthengrund entspringen. — Die 4 obern Antheren drehen sich nur so lange, bis sie sich gerade gegenüberstehen.

Schon in der Knospe entwickeln sich die Papillen der Narbe. Während der ganzen Anthese überragt der Griffel die Staubblätter fast um die Hälfte seiner Länge (Fig. 104). Autogamie ist infolge dieser Thatsache und der protogynischen Dichogamie ausgeschlossen.

40. Arabis Coerulea Haenke. (Taf. IV, Fig. 106—113.)

Untersucht von Kerner (No. 29), von Kirchner (No. 33) und von Schulz (No. 63). Ich studierte diese Blüthen am 2. Mai 1901 im botanischen Museum in Zürich nach Exemplaren aus dem botanischen Garten daselbst.

Die von mir untersuchten Blüthen waren immer ganz weiss, höchstens war am Anfang der Anthese, wenn man darnach suchte, ein leichter bläulicher Schimmer auf den Blumenblättern zu beobachten. Die Petalen besitzen keine Adern und sind höchstens am Grunde leicht grünlich gefärbt. Der Durchmesser der ausgebreiteten Krone beträgt 5—6 mm und ebenso viel messen auch die ausgestreckten Kronblätter in der Länge.

Ich fand die Nektarien als ganz unscheinbare Halbringe um die Wurzeln der kleinern und oft auch noch um diejenigen der grössern Staubfäden herum. In den meisten Blüthen wurde gar kein Nektar abgesondert, wie ich leicht durch Behandlung ganzer Blüthen mit Fehling'scher Lösung (nach Knuth, Nro. 41) oder mit Nylander'schem Traubenzuckerreagens konstatieren konnte, in andern nur ganz wenig und zwar an der Basis der kürzern Staubfäden. Die wohlausgebildeten Honigsäcke der über den kleinern Staubfäden stehenden Kelchblätter sind also hier zwecklos.

Knuth sagt (Handb. II 1, p. 89), die Forschungsresultate von Kerner, Kirchner und Schultz zusammenfassend: „Die Blüthen sind homogam bis schwach protogyn. Die Antheren der längern Staubblätter liegen der mit ihnen in gleicher Höhe stehenden Narbe bei trüber Witterung und in der Nacht dicht an; auch die kürzern erreichen nicht selten die Narbe. Es ist daher spontane Selbstbestäubung unausbleiblich." — An meinen Blüthen habe ich die Beobachtung gemacht, dass anfangs die Narbe noch etwas unterhalb jener 4 Antheren steht. Der Stempel streckt sich aber rasch, und während des grössten Theils der Anthese sind die Sexualorgane thatsächlich gleich lang. Im übrigen fand ich hier eine ganz gleiche Geschlechterentwicklung, wie Kirchner an seinen Exemplaren. Nur war an den von mir untersuchten Blumen der Längenunterschied zwischen den beiden Arten von Staubblättern bedeutend, so dass die Antheren der kürzern, die überdies auch häufig nach hinten überkippen und ziemlich weit vom Stempel entfernt sind, die Narbe nie berührten. Sie dienen wohl ausschliesslich der Kreuzung durch Insekten, namentlich Fliegen, von denen die Blumen trotz ihres Honigmangels dennoch etwa besucht werden. — Die Antheren der längern Staubblätter drehen sich nicht aus ihrer ursprünglichen Stellung ab, sondern liegen der Narbe eng an. — Leisten, Vorsprünge etc. an den Filamenten kommen nicht vor.

41. Arabis bellidifolia Jacq. (Taf. IV, Fig. 114—115a.)

Die Blüthen dieser Pflanze wurden von Hermann Müller (No. 56) biologisch untersucht. Meine Beobachtungen wurden im Sommer 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre und Ende Mai desselben Jahres im Garten des Herrn Fröbel und im botanischen Garten in Zürich ausgeführt und sollen nur einige Ergänzungen zu Müllers Resultaten geben.

Die Honigsäcke im Kelch sind nur schwach ausgebildet. Die weissen, ganz symmetrisch gebauten Kronblätter haben eine ähnliche Form, wie diejenigen von *A. procurrens W. et K.* Sie sind 6—7 mm lang.

Ich beobachtete, übereinstimmend mit Müllers Resultaten, an den Wurzeln der längern Staubfäden 4 kleinere Nektarien, die manchmal nicht sezernierten. Die grössern dagegen lagen an meinen Blüthen nicht unmittelbar unter den kürzern Filamenten, sondern, 4 an der Zahl, zu beiden Seiten der Basis derselben, als dreieckige, nach unten und nach oben, um die Filamentwurzel herum, sowie gegen die kleinern Nektarien hin Fortsätze aussendende, fleischige Körper (Fig. 115 und 115 a). — Die Filamente

der kleinern Staubblätter sind stielrund, diejenigen der längern dagegen besitzen beidseitig gerade verlaufende, häutige Verbreiterungen. — Die Differenz in der Länge der grossen und der kleinen Staubblätter beträgt mehr als eine Antherenlänge. — Die 4 obern Antheren drehen sich im Verlaufe der Anthese gegen die beiden untern hin.

Die Blüthen sind homogam bis schwach protogynisch. (Müllers Exemplare waren „protogyn mit langlebiger Narbe.“) Der Stempel ist anfangs kürzer, als die Staubfäden. Wenn die Narbe dem Absterben nahe ist, so ist durch Streckung des Griffels bis zur Höhe der obern Antheren gehoben worden und wird von diesen, die dann stark stäuben, mit dem eigenen Pollen belegt. Die Narbe überdauert das Andröceum nur kurze Zeit. — Die letzten Bemerkungen beziehen sich auf die Blumen, die ich im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre studierte. Die Geschlechterentwicklung der von mir im Garten des Herrn Fröbel untersuchten Blüthen war dagegen wesentlich anders: In der Knospe und unmittelbar nach der Oeffnung der Krone war hier der Stempel noch viel kürzer, als die Staubfäden. Er streckte sich dann rascher, passierte, kaum mit den ersten Narbenpapillen versehen, die 4 höherstehenden Staubbeutel, und zwar, als diese noch alle geschlossen waren, um hierauf sogar noch über dieselben hinauszuwachsen, bevor sie sich öffneten, so dass niemals Selbstbestäubung eintreten konnte. Gegen Ende der Anthese streckten sich dann auch die Filamente von neuem, so dass in einer grossen Anzahl von Blüthen zuletzt noch eine Berührung der Sexualorgane eintrat, die aber oft nicht mehr zur Autogamie führte, da die hier nicht überdauernde Narbe dann meistens schon abgestorben war. In den wenigen Blüthen, wo sie wegen ausgebliebener Kreuzung noch längere Zeit frisch blieb, konnte dann aber noch Autogamie erfolgen. — Wir sehen hier also dieselbe Pflanze, das gleiche Ziel, Autogamie am Ende der Anthese, durch ganz verschiedene Mittel erreichen.

42. Arabis alpina L. (Taf. IV, Fig. 116—119.)

Beschrieben von Sprengel (No. 63a). von Axell (No. 1), von H. Müller (No. 56), von Ekstam auf Novaja Semlja (No. 13) und von mir am 26. April 1901 im botanischen Garten und am 28. April 1901 bei Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die ganz geöffnete Blüthe hat einen Durchmesser von ca. 8 mm (nach Ekstam auf Novaja-Semlja 6—12 mm). Die Platte der 5—6 mm langen Kronblätter (Fig. 116) ist weiss, ohne Aderwerk, und asymmetrisch gebaut; der Nagel sowie die Kelchblätter sind grün. — Nach den Untersuchungen der oben Genannten (S. Knuth, Handb. II 1, p. 86) sitzen 2 grössere Nektarien aussen am Grunde der kürzern Staubfäden und 2 kleinere zwischen den Wurzeln der längern Filamente. Die letztern sondern kaum Honig ab. Die Form der Honigdrüsen variiert stark. — An den von mir untersuchten Blüthen fand sich ein ausserhalb und besonders seitlich von den kleinern Filamenten fleischiger werdender, Nektar in reichlicher Menge absondernder Ring. Der Honig sammelte sich gewöhnlich in Tröpfchen zwischen den einzelnen Filamenten, seltener in den hier nur schwach ausgebildeten „Honigtaschen“ des Kelches an.

Ueber die Entwicklung der Sexualorgane und den Vorgang der Bestäubung sagt Knuth (S. oben), den genannten Forschern folgend: „Die Blüthen sind homogam. Die längern Staubblätter kehren ihre pollenbedeckte Seite bald den benachbarten kürzern zu, so dass ein zum Nektar vordringendes Insekt sie streifen muss, und daher Fremdbestäubung bevorzugt ist; bald kehren sie dieselbe der Narbe zu, und lassen dann, namentlich bei trübem Wetter (in Grönland stets), Pollen auf die Narbe fallen oder berühren dieselbe, so dass spontane Selbstbestäubung eintritt“. — Meine Blüthen waren homogam bis schwach protogynisch, alle aber in geringem Grade deutlich knospenprotogyn. Es entwickeln sich auch die Narbenpapillen sehr oft schon in der noch geschlossenen Blüthe, während die Staubblätter ihre endgültige, den Stempel übertreffende Länge noch nicht erreicht haben. Nach dem Oeffnen der Krone strecken sich die Staubblätter sofort, passieren in noch geschlossenem Zustande die empfängnissfähige Narbe und beginnen dann zu stäuben. Die Papillen der Narbe bleiben genau so lange frisch, als die Staubbeutel funktionieren. — Schon in der Knospe haben sich die 4 längern Staubblätter bis zu der schon oft besprochenen vis-a-vis-Stellung ihrer Antheren gedreht. Später geht diese Torsion weiter, so dass die 4 genannten Antheren ihre stäubenden Innenflächen den benachbarten kleinern Staubblättern zu-

wenden. Da die Nektarien, wie oben bereits bemerkt wurde, ausserhalb der kleinern Filamente besonders stark entwickelt sind, so benützen die Insekten zur Einführung ihres Rüssels diese beiden durch das Zusammenneigen von je 2 längern und einem kürzern Staubblatt entstandenen Wege, die aber ganz mit Blüthenstaub ausgekleidet sind. — Bei einzelnen Exemplaren entwickeln sich die Antheren rascher und brechen schon auf, bevor sie durch das Wachsthum der Filamente über die Narbe hinaus gehoben worden sind. Dass trotzdem auch hier keine Selbstbestäubung möglich ist, bewirkt die oben beschriebene Abdrehung der längern Staubgefässe von der Narbe weg und gegen die kürzern Staubfäden hin.

Im Garten des Herrn Fröbel fand ich Exemplare, bei denen die Drehung der 4 höhern Antheren erst begann, nachdem diese schon zu stäuben angefangen hatten. Da bei diesen Blüthen zugleich die Streckung der Filamente nicht so stark ist, und auch erst später erfolgt, so steht auf diesem Stadium die empfängnissfähige Narbe der durchaus homogamen Blüthe zwischen den Antheren der kürzern und denen der längern Staubfäden und berührt beide. — Da ich nun mit Sicherheit konstatieren konnte, dass diese Art der Geschlechterentwicklung bei solchen Blüthen vorkam, die wegen ungünstiger Witterung keine Insektenbesuche erhielten, so schloss ich während der nun folgenden sonnigen Tage eine Anzahl Blüthen von *A. alpina L.* durch Gazenetze von den Insekten ab, und zwar als sie noch im frühen Knospenstadium standen. Unter 10 dieser Blüthen zeigten 4 die eben beschriebene, auf Autogamie abzielende Art der Geschlechterentwicklung. Da ich den Versuch zu schüchtern, ohne Hoffnung auf Erfolg anstellte, so kann durch das Resultat vorläufig eine direkte Bewirkung noch nicht als bewiesen betrachtet werden.

43. Arabis albida Stev. (Taf. IV, Fig. 120.)

Knuth giebt (Handb. II. 1, p. 89) nur eine von Loew im botanischen Garten zu Berlin aufgenommene Liste von besuchenden Insekten. Ich zeichnete die Blüthen am 26. April 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich.

Die Krone ist, von oben gesehen, noch stärker zygomorph gebaut, die einzelnen Petalen sind darum noch weniger symmetrisch, als bei der zuletzt beschriebenen Art. Der Honig wird an den kurzen Staubfäden sezerniert und sammelt sich in den sehr stark entwickelten Spornen der jenen Staubblättern opponierten Kelchblätter in reichlicher Menge an. Dementsprechend drehen sich die längern Staubfäden, wie bei der zuletzt beschriebenen, Art so lange, bis ihre Antheren denen der benachbarten kürzern zugewendet sind, bis also zwei mit Pollenstaub ausgekleidete, zum Nektar führende Röhren entstehen. Dieselben sind hier etwas weiter, als bei der zuletzt besprochenen Art, da die Blüthen überhaupt grösser sind. — Die Narbe steht tiefer unten, als die 4 obern Antheren und ziemlich tief in der Kronröhre. Erst am Schluss der Anthese erreicht sie jene Staubbeutel und befruchtet sich mit ihrem Pollen. Autogamie durch Pollenfall und indirekte Selbstbestäubung sind auch schon vor Ende der Anthese möglich. — Die beiden kleinern Staubfäden reichen nicht bis zur Narbe empor, wenn sie zu stäuben beginnen. Sie stehen seitlich stark ab und dienen der Allogamie.

44. Arabis Belliardieri DC. f. rosea. (Taf. IV, Fig. 121—123.)

Noch nicht bekannt. Untersucht am 22. April 1901 an Exemplaren aus der Alpenanlage im Garten des Herrn Fröbel.

Zwei der langen, bräunlichgrünen Kelchblätter erweitern sich nach unten zu stark vorspringenden Safthaltern (Fig. 121 a und 123). Die grün gefärbten Nägel der asymmetrischen Kronblätter sind gleich lang, wie die hellrothen Platten; das ganze Blatt erreicht eine Länge von 13 mm. Die völlig ausgebreitete Krone hat einen Durchmesser von 9—12 mm.

Die Basis jedes der beiden kürzern Staubfäden ist von einem aussen viel breiter werdenden Ring, der reichlich Nektar absondert, umgeben. Die Nägel der Kronblätter schliessen gegen die kürzern Filamente hin nicht dicht aneinander (Fig. 121), so dass der oben eindringende Insektenrüssel dort durchschlüpfen und zu den besprochenen, seitlich gelegenen Honighaltern oder zum Nektarium gelangen kann. Der Nektar ist gut geborgen. — Zwischen den längern Staubfäden habe ich nie Nektardrüsen gefunden. Da auch die Platten der Petalen unsymmetrisch gebaut sind, so gewinnt die ganze Blüthe, von oben gesehen, einen zygomorphen Habitus (Fig. 123). Es entsteht nämlich in der Krone, da wo die geraden Ränder der Petalen zusammenstossen, eine Lücke, während da, wo die ausgebogenen Ränder zusammen-

treffen, der Teller der Krone geschlossen ist. Jene Lücke steht über den kleinern, nicht ausgebuchteten Kelchblättern. Derartige Lücken entstehen oft auch in *Cruciferen*blüthen mit symmetrisch gebauten Kronblättern und sind hier dann eine Folge der Stellung, nicht der Form der Petala. (S. unten, *Alyssum podolicum Bess.* und *A. montanum L.*)

Die Narbe wird noch vor dem Oeffnen der Blüthen empfängnissfähig. In diesem Stadium überragt sie die noch stäubenden Antheren. Diese werden nachher noch in die Höhe geschafft, erreichen aber das Niveau der Narbe nie ganz und beginnen dann zu stäuben, wobei sie ihre Innenseiten gegen die kleinern Staubblätter hinwenden (wie bei *Arabis albida Stev.* Fig. 120). Diese Drehung geht später, verbunden mit einer abermaligen Streckung der Staubfäden und einem Ueberkippen der Antheren nach rückwärts und oben, noch weiter (Fig. 123), so dass infolge des erwähnten Ueberneigens der Staubbeutel im letzten Moment der Thätigkeit des Gynäceums noch spontane Autogamie möglich ist. Ich sah diese Erscheinung sehr häufig, aber doch nicht immer eintreten. — Bevor die Staubfäden diese Drehung um volle 180° ganz ausgeführt haben, ist natürlich keine Selbstbestäubung möglich.

45. Arabis bryoides Boiss.

habe ich am 22. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel homogam blühend gefunden.

46. Erysimum ochroleucum DC.

Blüthenbiologisch noch unbekannt. Die Untersuchungen, deren Resultate ich im Folgenden mittheile, wurden am 2. Juni 1901 im Garten des Herrn Fröbel ausgeführt.

Die Safthalter im Kelch sind gut, jedoch nicht so stark ausgebildet, wie bei den Arten der Gattung *Aubrietia*. Sie sind auch schon deswegen weniger deutlich als dort, weil auch die den beiden Paaren von längern Staubfäden opponierten Kelchblätter hier nach unten Erweiterungen zeigen. — Die Kronblätter sind hellgelb, und zwar auf der Innenseite etwas dunkler, als aussen. Sie messen 26 mm in der Länge, bestehen aus einem schmalen, langen, weissen Nagel, einer kürzern rundlichen Platte und sind ziemlich symmetrisch gebaut, jedoch mehr oder weniger deutlich zygomorph angeordnet.

Die Nektarien stellen Ringe um die Wurzeln der kürzern, stark seitlich abstehenden Staubfäden herum dar, welche auf der Innenseite derselben breiter werden. — Die Filamente der kürzern Staubblätter sind rund, diejenigen der längern, dem Fruchtknoten anliegenden, besitzen an ihren beiden Seiten schmale, häutige, geradläufige Leisten. Auch lassen sich an der Innenseite der so verbreiterten Staubfäden Spuren von schief verlaufenden Rinnen wahrnehmen.

Der Unterschied in der Länge der beiden Arten von Staubfäden beträgt am Ende der Anthese nahezu eine Antherenlänge. In der Knospe ist diese Differenz aber noch gar nicht vorhanden; dagegen zeigt hier die später gelb gefärbte und deutlich zweilappige Narbe bereits eine voll entwickelte, empfängnissfähige Oberfläche. Sie überragt in diesem Stadium das Andröceum bedeutend. Später, wenn dieses seine Thätigkeit beginnt, steht die Narbe erst um $^1/_2$—$^1/_4$ Antherenlänge unter den 4 höherstehenden Antheren. Die protogynische Dichogamie ist hier so stark ausgeprägt, dass die beiden Geschlechtsstadien nur noch schwach übereinandergreifen. Autogamie wird jedoch regelmässig ausgeübt, indem die Narbe im letzten Moment ihrer Thätigkeit wieder bis zu den genannten Antheren heraufgehoben wird, die dann noch nicht lange gestäubt haben. Die kleinern Staubblätter dienen ausschliesslich der Fremdbestäubung.

47. Erysimum pumilum Gaud. (Taf. IV, Fig. 124 und 125.)

Auch diese Blütheneinrichtung ist noch unbekannt. Ich untersuchte sie einige Tage später am gleichen Ort, wie die zuletzt beschriebene.

Der 10 mm lange, grüngelbe Kelch bildet hier etwas stärkere Honigsäcke. Die Kronröhre ist ca. 13 mm lang, die Gesammtlänge des Kronblattes beträgt 18—19 mm, wovon 12—14 auf den schlanken Nagel entfallen. Die Kronblätter sind symmetrisch gebaut, nur liegt auch hier die Platte meistens nicht in der geraden Fortsetzung des Nagels, sondern ist etwas seitlich verschoben.

Die den Honig absondernden Organe bestehen aus 2 charakteristisch gewundenen Wülsten

innen und seitlich an den Wurzeln der kürzern Staubblätter und aus je 3 weitern, bedeutend kleinern Nektarien am Grunde von je 2 längern Staubfäden. — Die Filamente besitzen keine häutigen Verbreiterungen. — Die längern Staubblätter drehen sich gegen Ende der Anthese kaum so lange, bis sich ihre Antheren gerade gegenüberstehen.

Schon in der Knospe trägt der Griffel einen grossen Narbenkopf, der sich sofort nach der Oeffnung der Blüthe mit Papillen bedeckt. Die Antheren stehen jetzt noch weit unten in der Blumenröhre. Ihre Filamente strecken sich aber rasch, legen sich an die noch lebende Narbe an und bewirken Selbstbefruchtung. — Dass die längern Staubblätter besonders der Autogamie angepasst sind, geht daraus hervor, dass sie den Stempel so gut umhüllen, dass derselbe von der Seite ohne eine geringe Präparation gar nicht sichtbar ist. Die stark seitlich abstehenden kleinern Staubgefässe dienen dagegen der Allogamie.

48. Alyssum podolicum Bess. (Taf. IV, Fig. 126—130 a.)

Noch unbekannt. Untersucht am 6. Mai 1901 bei Herrn Fröbel.

Die zu dichten, centripetal aufblühenden Trauben vereinigten Blüthen besitzen einen Durchmesser von 4—5 mm. Der hellgelbe bis gelbgrüne, weiss umsäumte Kelch zeigt unten nur ganz schwache Ausbuchtungen. Die Kronblätter sind weiss, mit kaum sichtbaren Adern und grünlicher Basis versehen und absolut symmetrisch gebaut. Das Aussehen der Krone von oben ist aber infolge des Zusammenrückens von je 2 Kronblättern dennoch nicht mehr streng actinomorph (Fig. 126). Bemerkenswerth ist, dass hier dieses Zusammenrücken der 4 Petalen zu 2 Gruppen gerade im umgekehrten Sinn erfolgt, wie bei dem unten zu beschreibenden *A. montanum L.* (Fig. 131). Es ist darum etwas auffallend, dass der Nektar dennoch, wie bei der eben genannten Art, zu beiden Seiten der kürzern Staubgefässe abgesondert wird.

Die Narbe entwickelt sich etwas früher, als die 4 obern Antheren. Diese beginnen zu stäuben, wenn sie die gleiche Höhe wie die Narbe erreicht haben, in manchen Exemplaren auch schon etwas früher. Die Staubblätter wachsen dann aber noch mehr, so dass die 4 genannten Antheren an der Narbe vorbeigehen. In diesem Stadium sah ich nie Autogamie eintreten. Gegen Ende ihrer Thätigkeit kommt die Narbe durch eine neue Streckung des Griffels wieder auf dasselbe Niveau, wie die 4 höherstehenden Antheren, sehr oft noch etwas höher (Fig. 130 a). Da sich bei *A. podolicum Bess.* die Staubblätter nur wenig aus ihrer ursprünglichen Lage abdrehen, so ist in diesem Moment Autogamie leicht möglich. Ich habe den Eintritt der Selbstbefruchtung durch Anlegen der 4 in Frage kommenden Staubbeutel an die Narbe vielfach beobachtet. — Während bei den im Freien blühenden Exemplaren nur in ca. 20 % der Blumen diese zweite Streckung des Griffels und die dadurch erreichte Autogamie ausbleibt, beobachtete ich in ca. 20 durch Gazenetzchen vor Insektenbesuch geschützten Blumen überall ausgeprägte Autogamie am Ende der Anthese, bei 2 Exemplaren trat dieselbe schon beim ersten oben erwähnten Durchtritt der Narbe durch den Antherencylinder ein.

49. Alyssum montanum L. (Taf. IV, Fig. 131—134 und Taf. V, Fig. 135—141.)

Um später nicht immer darauf Bezug nehmen zu müssen, gebe ich hier wörtlich wieder, was Knuth (Handb. II. 1, p. 107) nach den Angaben von Kerner (Nro. 29) und Schulz (Nro. 63) über die Bestäubungseinrichtungen von *A. montanum L.* sagt: „Die ziemlich kleinen, gelben, honigduftenden, homogamen Blüthen besitzen 4 Nektarien, von denen 2 in dem Winkel zwischen dem Grunde der kurzen Staubblätter und 2 zwischen je 2 langen Staubblättern sitzen. Die Antheren stehen in gleicher Höhe mit der gleichzeitig entwickelten Narbe. Bei heiterer Witterung spreizen Kron- und Staubblätter etwas, so dass alsdann bei Insektenbesuch Fremdbestäubung bevorzugt ist; bei trübem Wetter und in der Nacht liegen sie dem Fruchtblatte dicht an, so dass Selbstbestäubung erfolgen muss. Nach Kerner wird durch nachträgliches Wachsen der Kronblätter die Augenfälligkeit der Blüthenstände bedeutend erhöht."

Ich untersuchte die Blüthen dieser Pflanze anfangs Mai 1901 im botanischen Garten und im Garten des Herrn Fröbel in Zürich und am 5. August im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre im Wallis.

Der gelblich-grüne, unten nur mit schwachen Erweiterungen versehene Kelch trägt ausser einem flaumigen Haarkleid noch spärliche lange, steife, weisse Haare. Die gelbe Krone erreicht einen Durchmesser von 7—9 mm. Die Länge der Petalen habe ich im botanischen Garten, wo dieselben, im Unterschied zu den übrigen untersuchten Blüthen, auch mit deutlich abgesetzten Nägeln versehen waren, zu 6—7 mm gemessen, während die Exemplare aus dem Garten des Herrn Fröbel kürzere Kronblätter besassen. — Die 4 gut entwickelten Nektarien liegen in den Winkeln zwischen dem Grunde der langen und der kurzen Staubblätter (Fig. 139). — Die hier sehr stark ausgebildeten, etwas fleischigen Fortsätze der Filamente (Fig. 134—137 b) sind, selbst an den Blumen desselben Stockes, tiefgreifenden Abänderungen unterworfen. Die kürzeren Filamente besitzen auf ihrer Innenseite gerade, in radialer Richtung bis zum Fruchtknoten vorspringende, nicht ausgehöhlte und fleischige, aber dünne Leisten, welche ganz oben an der Anthere beginnen. Sie grenzen die Zugänge zu den zu beiden Seiten der kleinern Staubfäden liegenden Nektarien voneinander ab, verengen überhaupt den Blüthengrund und theilen ihn in mehrere Kammern ein. Diese einfachste Form der Leiste war am häufigsten bei den im botanischen Garten untersuchten Blüthen (Fig. 137—137 b). In den Blumen in Bourg-St.-Pierre (Fig. 136—136 d) lösten sie sich dagegen oft in ihrer ganzen Länge vom Filament ab (Fig. 136, 136 a, 136 d) und blieben nur noch unten mit demselben verbunden. Hier und bei den Blumen im Garten des Herrn Fröbel setzte sich die häutige Leiste oft auch an der Aussenseite des Filamentes noch etwas fort (Fig. 136 c). In Bourg-St.-Pierre fand ich diese Erscheinung nur selten (Fig. 136 c). Sehr häufig waren, besonders in Bourg-St.-Pierre, die innern Ränder dieser Leisten umgebogen, so dass eine Rinne, oder, wenn beide Ränder umgerollt waren, sogar ein ganz geschlossener Kanal entstand, der unten links und rechts von der Filamentwurzel über den beiden Nektardrüsen ausmündete (Fig. 136 und 136 a). — Alle diese verschiedenen Ausbildungsarten dieser häutigen Organe sind in unseren Bildern dargestellt; in der Figurenerklärung sind auch immer die Bezugsorte der betreffenden Blumen angegeben. — Die Leistenfortsätze der längern Staubblätter variieren nicht so stark, wie die der 2 kurzen, aber doch auch noch erheblich. Die hier auftretenden Formen sind aus unsern bildlichen Darstellungen (Fig. 134—135 a) ohne weiteres zu verstehen. Bei Betrachtung derselben wird uns sofort klar, dass es sich auch hier um nichts anderes, als um die Ausbildung von Führungskanälen resp. -röhren für den Rüssel der besuchenden Insekten handeln kann. Gleichzeitig verengen diese Organe den Blüthencingang ganz beträchtlich und zertheilen den ursprünglich einfachen, ungefächerten Blüthengrund in mehrere engere Kammern, wodurch Insekten niedriger Anpassungsstufe die Wegnahme von Honig aus der Blüthe verunmöglicht wird und wodurch höhere Insekten veranlasst werden, ihren Saugrüssel mehrmals nacheinander in die Blüthe hinabzusenken.

Die im Garten des Herrn Fröbel studierten Blüthen waren homogam, oft sogar schwach protogynisch. Ihre Antheren ragten, wenn sie stäubten, etwas über den Blüthenteller empor. Der Griffel war dagegen anfangs bedeutend kürzer (Fig. 140). Obgleich er sich im Verlauf der Anthese streckte, so erreichte er auch am Ende derselben die Antheren noch nicht. Dieses Endstadium ist in unserer Fig. 141 abgebildet. Die Antheren sind hier zum Theil schon verstäubt; die Narbe dagegen bleibt meist noch etwas länger in Thätigkeit. Da der Griffel unterdessen oft doch noch bis zur Berührung der Narbe mit den 4 obern Antheren gewachsen ist, so ist spontane Autogamie in diesem Stadium, d. h. im letzten Augenblick der Empfängnissfähigkeit der Narbe, noch wohl möglich, besonders da die Drehung der 4 längern Staubblätter nicht weiter geht, als bis sich die Antheren derselben ihre stäubenden Innenseiten gerade zuwenden. — Ich fand später im Garten der Linnaea Stöcke von *A. montanum L.*, deren Blüthen eine ganz andere Geschlechterentwicklung durchmachten. Sie waren nämlich stark protogynisch dichogam. Schon in der Knospe trug der Griffel eine empfängnissfähige Narbe, und unmittelbar nach der Oeffnung stand das Gynäceum auf der Höhe seiner Thätigkeit, während die Antheren erst viel später aufbrachen. Ferner überragt hier der Stempel schon in der Knospe das Andröceum stark. In ganz jungen Knospen waren zwar die Sexualorgane fast gleich stark entwickelt, nachher aber eilte das Gynäceum den Staubblättern im Wachsthum rasch voraus. Dieser Längenunterschied der Sexualorgane nahm, nachdem er kurze Zeit nach der Oeffnung der Krone ein Maximum erreicht hatte, während des weitern Verlaufes der Anthese

durch rel. rascheres Wachsthum des Andröceums wieder ab. Wenn er ganz verschwunden war, welcher Fall in einer beträchtlichen Anzahl von Blüthen thatsächlich eintrat (Fig. 139), so war aber die Narbe meist schon verdorrt. Immerhin habe ich in einigen Blüthen noch das Eintreten von Selbstbestäubung in diesem Stadium mit Sicherheit verfolgen können. — In denjenigen Blüthen, die keine Kreuzbefruchtung erfuhren, überdauert die Narbe das Andröceum um eine kurze Zeit. — Sehr häufig bemerkte ich folgende Erscheinung: Wenn die 4 oben stehenden Antheren beinahe bis zur Höhe der Narben gelangt waren, so streckte sich plötzlich der Griffel von neuem, bis die Narbe wiederum volle 2 mm von den Antheren der 4 längern Staubblätter entfernt war. Oft streckten sich dann auch die Staubblätter noch einmal, und es trat doch noch Berührung der Sexualorgane ein. Es glich der Vorgang einer förmlichen Verfolgung der Narbe durch die Antheren; die erstere strebte nach Fremdbestäubung und Vermeidung der Autogamie, die 4 höherstehenden Antheren dagegen nach Selbstbestäubung. — Die 2 kleinern Staubblätter dienen während der ganzen Anthese der Allogamie. — In vielen dieser Blüthen war noch eine weitere Komplikation im gegenseitigen Verhältniss der Bewegungen der beiden Sexualorgane wahrzunehmen: In solchen Blumen, in denen die 4 Staubfäden durch ihr rascheres Wachsthum die Länge des Griffels schon beinahe erreicht hatten, hörte der letztere plötzlich auf, sich zu strecken, so dass dann die noch geschlossenen Antheren an der Narbe vorbei und einige Millimeter über dieselbe hinauswuchsen, wodurch Autogamie, freilich durch ganz andere Mittel, wieder verhindert war. — Im botanischen Garten endlich waren die Blüthen noch stärker protogynisch, so dass die Narbe meist schon tot war, wenn die 4 obern Staubbeutel sich öffneten. Ueberdies steht in diesen Blüthen bei beginnender Thätigkeit des Andröceums der untere Rand der obern Staubbeutel um eine volle Antherenlänge, das obere Ende der beiden tiefer stehenden Staubgefässe um etwa eine halbe Antherenlänge über der Narbe. Da aber jene Staubgefässe jetzt noch ganz geschlossen und die Narbenpapillen schon ganz oder theilweise verwelkt sind, so ist Autogamie ausgeschlossen. Die 4 längern Staubfäden drehen sich hier während der Anthese bis um 180°, so dass, wenn die Narbe am Ende ihres Lebens angelangt ist, etwa noch Autogamie durch Herunterkippen dieser 4 nun auch fast verdorrten Staubgefässe nach hinten erfolgen kann. Alle diese Exemplare der Blüten *A. montanum L.* sind am Schluss der Anthese noch ganz schwach protogynisch. — Von diesen letzten, im botanischen Garten beobachteten Blüthen habe ich leider keine isolierten Sexualorgane gezeichnet; die beigegebenen Darstellungen (Fig. 138—141) beziehen sich alle auf die Blüthen aus dem Garten des Herrn Fröbel und aus demjenigen der Linnaea in Bourg-St.-Pierre. — Ich habe noch die Bemerkung nachzutragen, dass die spiralig gewundenen Kanäle an den längern Staubblättern dieser und anderer *Cruciferen*blüthen nicht etwa, wie ich anfangs anzunehmen geneigt war, durch die beschriebenen Drehungen jener Staubblätter entstanden sind, da ja, wie wir gerade bei *A. montanum L.*, besonders deutlich sehen, der Sinn dieser beiden Drehungen entgegengesetzt ist.

50. Alyssum saxatile L. (Taf. V, Fig. 142—145.)

Es liegt nur die Angabe vor (Knuth, Handb. II. 1, p. 108, No. 40), dass Loew im botanischen Garten in Berlin diese Blüthen von der Diptere *Eristalis sepulcralis L. (sgd.)* besucht fand. — Ich untersuchte die Blüthen Anfangs Juni 1901 bei Herrn Fröbel und am 3. August im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre. — Ich werde hier, wie im vorigen Falle, und wie immer, wenn ich Blüthen aus verschiedenen Lokalitäten untersuchte, bei ungleicher Ausbildung derselben ihre Herkunft nennen. Wo dagegen nicht gesagt ist, bei welchem der untersuchten Exemplare die beschriebene Einrichtung sich finde, ist sie bei allen in gleicher Weise entwickelt.

Der schwach flaumig behaarte, mit ziemlich tiefen Honigsäcken versehene, gelbgrüne Kelch besitzt einen häutigen, weissgelben Saum. Die Petalen sind gelb und messen 3—3,5 mm in der Länge. Sie sind herzförmig, ganz symmetrisch und besitzen deutlich wahrnehmbare, aber nicht anders gefärbte Adern. Sie sind ebenfalls so gruppiert, dass die Krone, von oben gesehen, bisymmetrisch-zygomorphen Habitus gewinnt, und dass der Eingang zur kurzen Kronröhre nicht mehr quadratisch, sondern rautenförmig gestaltet ist. Da die kürzeren Staubblätter stark seitlich auseinanderspreizen und die längern ziemlich nahe am Stempel anliegen, entsteht zwischen je 2 langen und einem kurzen Staubblatt ein Eingang in die Tiefe der Blüthe und zu den Nektarien (Fig. 145). Diese stellen in den im Garten des Herrn Fröbel untersuchten Blumen 2 Rinnen um die Basis der kürzern Filamente herum dar, die aber an der

Innenseite derselben immer nur schwach ausgebildet sind und dort oft ganz verschwinden, dagegen aussen zu beiden Seiten der Filamentwurzel stark vorspringen. In den Blüthen der im Garten zu Bourg-St.-Pierre gezogenen Pflanzen ist dieser Ring auch ausserhalb der Filamentwurzel unterbrochen, so dass hier 4 Nektarien vorkommen, die zu beiden Seiten der kürzern Staubblätter stehen.

Die häutigen Organe an den Filamenten sind auch hier, wie ich an den Exemplaren aus dem Garten der Linnaea wahrnahm, stark und derb, fast fleischig ausgebildet. Die oben nur noch schmalen, radial vorspringenden Leisten der kürzern Staubfäden schwellen unten zu Platten an, die weit ins Innere des Blüthengrundes vordringen (Fig. 144 und 144 a). — Zu den schmalen seitlichen, jeder spiraligen oder schief laufenden Vertiefung entbehrenden häutigen Leisten der längern Filamente gesellt sich oft noch eine derbere, stärker vorspringende, aber nach innen gerichtete Verbreiterung, die sich ebenfalls unten am stärksten entwickelt. Während nun diese beiden radialen Leisten zweier benachbarter längerer Staubfäden dicht aneinander liegen, bleibt zwischen der Radialleiste jedes längern und derjenigen des benachbarten kürzern Staubblattes ein röhrenartiger, zum Nektarium führender Raum offen. Auf diese Art werden in der Tiefe jedes der beiden oben besprochenen Eingänge in die Blüthe je 2 kurze Röhren gebildet, welche den Insektenrüssel weiter führen und bis zum Nektar geleiten, der sich am Grunde jeder dieser Röhren ansammelt und sehr reichlich vorhanden ist, wie ich durch Anwendung von Fehling'scher Lösung nachweisen konnte. Alle diese Verhältnisse sind in dem Diagramm (Fig. 145) dargestellt, das nach derselben Manier, wie die vorausgehenden gezeichnet ist. — Wie uns die oben gemeldete Thatsache von den beiden zwischen je 2 höher und einer tiefer stehenden Anthere gelegenen Blütheneingängen erraten lässt, drehen sich, wenigstens bei den im Alpengarten zu Bourg-St.-Pierre untersuchten Blüthen, die grössern Staubblätter so lange, bis sie die Innenseite ihrer Antheren den kürzern zuwenden, und beginnen erst dann zu stäuben, so dass nun jene beiden Blumeneingänge von je 3 mit Pollenstaub beladenen Antheren flankiert werden. — Bei den im Garten des Herrn Fröbel untersuchten Blüthen dagegen ging diese Drehung nur so weit, dass sich die Innenseiten der 4 höherstehenden Staubbeutel gerade gegenüberstanden.

Wir kommen zur Besprechung der Entwicklung des Sexualapparates. *A. saxatile L.* blüht im Garten des Herrn Fröbel schwach protogynisch, oft auch homogam, am Ende der Anthese immer homogam. Die Staubfäden hören auf zu wachsen, sobald ihre Antheren zu stäuben beginnen. Der anfangs kurze Stempel hebt die bereits empfängnissfähige Narbe an den 4 obern Antheren vorbei, wenn diese schon stäuben, so dass spontane Autogamie nicht ausgeschlossen ist. Dieselbe ist auch später noch möglich, da die Narbe nur um einen geringen Betrag über jene Antheren weggehoben wird. Nun beginnt sich der Stempel bereits unter dem Einfluss der Reifung der Samenanlagen noch mehr zu strecken und Narbe und Antheren sterben ab. — Die Blumen im Alpengarten von Bourg-St.-Pierre sind homogam bis schwach protrandrisch. Schon in der Knospe besitzt zwar der Stempel einen wohlentwickelten Narbenkopf, der indess noch längere Zeit nicht empfängnissfähig ist. Die obern Staubbeutel überragen in der Knospe den Stempel noch nicht, strecken sich aber bei beginnender Anthese sehr rasch über denselben hinaus. Letzterer erreicht die Länge des Androeceums dann erst wieder am Ende der Anthese, geht aber infolge der Reifungserscheinungen noch über dasselbe hinaus. Aus den genannten Gründen tritt in diesen Blüthen Selbstbestäubung erst am Ende der Anthese, dann aber mit grösserer Sicherheit ein, als bei den Exemplaren aus dem Fröbel'schen Garten.

51. Alyssum Wulfenianum Boiss. (Taf. V, Fig. 146 und 147.)

Noch nicht untersucht. Die Beobachtungen, deren Resultate hier mitgetheilt sind, wurden im Juli 1901 im Garten des Herrn Fröbel gemacht.

Die Erweiterungen am Grunde des Kelches sind nur mässig ausgebildet. Kelch und Blüthenstiel sind, wie bei den meisten Arten der Gattung, mit spärlichen wirren Haaren besetzt. Die Länge der symmetrisch gebauten Kronblätter beträgt 3—4 mm. Auch hier kommen 2 Paare von Nektarien vor, die seitlich von den Wurzeln der kürzern Filamente stehen und sehr stark ausgebildet sind. Da hier die kleinern Staubfäden noch stärker seitlich abstehen, als bei *A. saxatile L.* oder *A. montanum L.*, so müssen

ihre gegen die Mitte der Blüthe vorspringenden dicken Häute, wenn sie den Fruchtknoten erreichen sollen, noch breiter sein, als bei jenen Arten (Fig. 146). Die schmälern, meistens radial gestellten Leisten der längern Staubfäden spalten sich oben oft in 2 Zipfel. Seltener sind sie (Fig. 147) ganz gespalten, so dass ein unten am Nektar ausmündender Kanal entsteht.

Der Unterschied in der Länge der 4 grössern und der 2 kleinern Staubblätter ist nur gering. Die Blüthen sind schwach protogyn, besitzen aber eine das Andröceum überlebende Narbe. Der Stempel reicht nie bis zu den Staubbeuteln hinauf. Da sich überdies die längern Staubblätter in der oft beschriebenen Weise vom Griffel abdrehen, so ist Selbstbestäubung ausgeschlossen.

Vergleichende Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Cruciferenblüthen.

Die blüthenbiologischen Merkmale der behandelten Kreuzblüthler sind nicht nur untereinander sehr verschieden, sondern sie variieren auch innerhalb derselben Gattung, ja sogar in der nämlichen Art, in hohem Masse. Es soll nun zunächst unsere Aufgabe sein, an Hand der gegebenen Einzelbeschreibungen die am wenigsten abändernden Merkmale festzustellen und dann die Gesetzmässigkeiten in den Umänderungen der andern und allfällige Korrelationen zwischen denselben aufzusuchen. Dabei sprechen wir vorläufig nur von der Form der Krone, der Lage der Nektarien, den Bewegungen der Staubblätter etc., nicht aber von der Geschlechterentwicklung und der Länge der Sexualorgane, d. h. von dem Verhältniss zwischen Autogamie und Kreuzung, weil wir hierauf erst am Schluss dieser Zuammenfassung zu sprechen kommen werden.

Vergleichen wir die im Vorstehenden beschriebenen Arten irgend einer Gattung einerseits hinsichtlich der Lage der Nektarien und anderseits in Bezug auf die übrigen biologischen Merkmale, also die Kelchsporne, die Form und Anordnung der Kronblätter, das Vorkommen von häutigen Flügeln an den Filamenten, die Drehung der 4 längern Staubfäden, die relative Länge der beiden Sexualorgane, die Dichogamie, das Verhältniss zwischen Autogamie und Kreuzung etc., so bemerken wir, dass alle diese Merkmale viel stärkeren Abänderungen unterworfen sind, als die Zahl und Lage der Honigdrüsen. Wir nehmen darum diese als Ausgangspunkt unserer vergleichenden Betrachtungen. Dies ist um so mehr berechtigt, als, wie wir sehen werden, unverkennbare Korrelationen bestehen zwischen der Anordnung der Honigdrüsen und vielen jener oben genannten blüthenbiologischen Merkmale.

Der Honig wird immer am Grunde der Staubfäden ausgeschieden. Die einfachste Form der ausscheidenden Drüsen ist ein die Wurzeln sämtlicher Filamente aussen umgebender Ring. (Vergl. hierüber Nro. 66 und 40). Andere, ebenso häufig vorkommende Formen kommen dadurch zu Stande, dass die links und rechts von den kleinern Staubblättern gelegenen Stellen dieses Ringes sich stärker ausbilden, während andere Partien nach und nach zu sezernieren aufhören und immer schmäler werden, bis sie endlich ganz verschwinden. Sehr oft bilden sich an den erstgenannten Stellen Fortsätze nach innen, welche die Wurzeln der kleineren Filamente zuletzt ganz umschliessen und in selteneren Fällen (die beiden Arten *Erysimum* u. a.) auf der innern Seite derselben zusammenfliessen. In andern Blüthen bilden sich auch noch ausserhalb der Wurzeln der längern Staubfäden verstärkte Stellen in diesem Ringwulst, die in einigen Fällen zu besonders starker Ausbildung gelangen *(Cardamine trifolia L. etc.)*

Bezüglich der Bergung des Honigs gehören die *Cruciferen*blüthen zu den Müller'schen Klassen A, AB und B, auch einige Bienen- und Schmetterlingsblumen kommen unter ihnen vor. Das wichtigste Mittel zur Bergung des Honigs ist die Aufrichtung der im einfachsten Fall senkrecht abstehenden Kelchblätter, und die Ausbildung einer kurzen Röhre, d. h. die Differenzierung der Petalen in Nagel und Platte. Weitere Mittel stellen die oft genannten häutigen Leisten der Filamente dar, welche die Zugänge zum Honig verengern, und die Blumen, wie wir unten noch weiter ausführen werden, nach und nach höher organisierten Besuchern anpassen. Wir werden im folgenden nun auch die sich immer

steigernde Bergung des Nektars bei den behandelten *Cruciferen*blüthen verfolgen, und hierbei die Wahrnehmung machen, dass dieselbe parallel mit dem immer komplizierter werdenden Bau der Honigdrüsen erfolgt.

In ihrer einfachsten Gestalt sieht die Krone einer *Cruciferen*blüthe von oben ganz actinomorph aus. Wie wir oft gesehen haben, weichen nun aber in gewissen Blüthen die Petala an 2 Stellen auseinander, so dass sie sich dort nicht mehr berühren und nur die Ränder je zweier Kronblätter einander eng anliegen. Auf dieseWeise erhält die Krone bisymmetrisch-zygomorphen Habitus. Dabei bleibt aber dieser Vorgang nicht stehen. Die Platte der ursprünglich symmetrisch gebauten Kronblätter wendet sich oft seitlich ab, so dass ihre Mittellinie nicht mehr in der geraden Fortsetzung des Nagels liegt, damit jene Lücken im Kronteller besser zu Stande kommen. Ferner wird sehr häufig der Nagel ganz asymmetrisch, indem sich an seinem dem benachbarten kleinern Filament zugekehrten Rande unten durch Umfaltung oder geringeres tangentales Wachsthum eine Lücke bildet, durch welche, wie wir in den Einzelbeschreibungen an mehreren Arten erläutert haben, der Insektenrüssel zum Honig vordringen kann. Auf der andern Seite bleibt der Rand des Nagels dagegen gerade oder buchtet sich sogar sanft aus, damit durch Anlegung dieses Randes an denjenigen des benachbarten Kronblattnagels die Kronröhre über den längern Staubfäden dicht schliesse. — Auch die immer fortschreitende Ausbildung dieser Merkmale der kompliziertern *Cruciferen*blüthe werden wir nun, gleichzeitig mit den andern oben genannten progressiven Umänderungen, besprechen und finden, dass auch diese zum grössten Theil in Korrelation zu jenen und zu der fortschreitend komplizierter werdenden Morphologie der Nektarien steht.

Noch eine andere Erscheinung der höher organisierten *Cruciferen*blüthe, die ebenfalls korrelativ zu den bereits genannten Merkmalen und zur Ausbildung der Nektarien auftritt und zunimmt, werden wir gleichzeitig betrachten, nämlich die in den einfachsten Blüthen ganz wenig oder auch gar nicht vorkomemnde Drehung der Antheren der längern Staubblätter gegen diejenigen der kürzern hin. (Ueber die Stellung der Sexualorgane zur Lage der Nektarien vergleiche man übrigens die Arbeit von J o r d a n, Nro. 27. Dieser stellte neue Beweise auf für das schon bekannte Gesetz, dass Honigbehälter und Staubfäden immer nach der Anflugstelle der Blüthe gerichtet sind, und verwendete als Beispiele auch *Cruciferen.*)

Gehen wir nun dazu über, die Ausbildung aller dieser genannten Merkmale innerhalb einzelner Gattungen der von uns betrachteten *Cruciferen*blumen zu studieren. Beginnen wir mit *Draba,* weil da, z. B. bei der Species *D. aizoon Wahlb.* die allereinfachste Form des Nektariums vorkommt. Wenn wir dann, der von uns angewendeten systematischen Reihenfolge nachgehend, zu den Arten *D. aizoides L., Majellensis Kern.* und *altaica Bge.* übergehen, so finden wir immer mehr eine Sonderung des einfachen Nektarringes von *D. aizoon Wahlb.* in 4 getrennte Nektarien, und gleichzeitig eine immer tiefere Krone, eine Umgestaltung der Form des Perianths durch die oft erwähnte Gruppierung der Kronblätter und eine stärker werdende Abdrehung der längern Staubblätter. Bei *D. Dedeana Boiss.* und *lasiocarpa Rchb.* finden sich allerdings schon ziemlich tiefe Kronen und sogar Vorrichtungen an den Staubblättern zur Verengerung des Blüthengrundes, obwohl die Nektarien nur schwach differenziert sind und die Staubblätter dementsprechend sich nicht oder nur wenig aus ihrer ursprünglichen Lage abdrehen. Bei *D. olympica Sibth.* kommen gemäss den 4 zwar noch miteinander in leichter Verbindung stehenden, aber doch deutlich ausgebildeten Nektarien starke Abdrehung der 4 höhern Staubgefässe und gute Honigbergung vor. Die Nektarien sind auch gut voneinander gesondert bei *D. repens Bieb.*, wo darum ebenfalls Verbreiterungen an der Basis der Filamente zu finden sind, wo dagegen nur eine schwache Abdrehung der längern Staubfäden erfolgt. Den Grund, weshalb die längern Staubblätter hier und in manchen andern Fällen ihre Drehung nicht streng korrelativ zu den übrigen Erscheinungen ausführen, werden wir weiter unten angeben. Ueberhaupt darf es uns nicht an der Gültigkeit des aufgestellten Korrelationssatzes irre machen, wenn wir etwa Fälle kennen lernen, wo nur einige wenige der oben genannten blüthenbiolgoischen Merkmale mit der komplizierter werdenden Honigdrüse an Stärke ihrer Ausbildung zunehmen, um so weniger als einige jener Merkmale, z. B. lange Kronröhren und Leisten an den Filamenten, oft ähnliche Zwecke haben. Ganz gleich wie bei *D. repens Bieb.* liegen dieVerhältnisse auch bei *D. hirta L.*, nur dass hier die 4 Nektarien

noch besser voneinander gesondert und die Bergungseinrichtungen für den Nektar demgemäss noch vollkommener sind. — Eine Gattung, innerhalb welcher die Differenzierung im Bau der Honigdrüsen noch weiter geht, ist *Arabis*. Bei *A. hirsuta Scop., procurrens W. et K.* und *alpestris Schleich.* finden wir zwar noch den typischen Nektarring, der aber bereits Fortsätze an die Innenseite der kleinern Filamente entsendet, die jedoch nirgends zusammenfliessen. Daneben finden sich ganz geringe Anschwellungen über den grössern Staubblättern, die jedoch nur bei *A. alpestris Schleich.* grösser werden, wo darum auch die Filamente schon schwache häutige Leisten aufweisen und die Kronröhre erheblich tiefer gebaut ist (d. h. die Nägel der Petalen länger sind!) Während sich nur bei den beiden zuletzt genannten Blüthen die 4 oberen Antheren so weit drehen, dass sie sich gerade gegenüberstehen, und auch bei *A. coerulea Haenke*, wo die Kronröhren zwar noch etwas tiefer, die Honigdrüsen aber auch noch ganz einfach ringförmig beschaffen sind, noch keine merkliche Drehung derselben wahrzunehmen ist, so wenden sich die 4 längern Staubblätter in den Blumen von *A. bellidifolia Jacq., alpina L., albida Stev.* und *Belliardieri DC. f. rosea* ganz gegen die benachbarten kürzeren Staubfäden hin. In diesen Blüthen findet sich eben in der Umgebung der kürzern Staubgefässe die grösste Ansammlung von Drüsengewebe, also von Nektar, und darum können die Insekten, die jetzt nicht mehr in der Mitte der Blüthe, sondern zu beiden Seiten derselben, je zwischen 2 langen und einem kürzern Staubblatt den Zugang zum Honig aufsuchen, auf diese Art am ehesten mit Pollenstaub bestreut werden. Bei der letztgenannten Art erreicht diese Abdrehung der 4 obern Antheren sogar den Betrag von vollen 180 °, weil sie hier zu einem neuen Zweck, nämlich dem der Selbstbestäubung am Ende der Anthese, verwendet wird. In ähnlicher Weise sehen wir in der letztgenannten Reihe alle übrigen der oben namhaft gemachten Blütheneinrichtungen sich vervollkommnen. Die Kronröhre wird immer länger und enger, d. h. die Nägel der Petalen, die anfangs kaum von den Platten derselben abgesetzt waren, werden immer gestreckter, und bei *A. albida Stev.* übertreffen sie an Länge sogar die Platten schon bedeutend. Von *A. alpina L.* an erhält die Krone nun auch einen bisymmetrisch-zygomorphen Habitus, der bei *A. albida Stev.* durch asymmetrischen Bau der Platte noch eine stärkere Ausbildung erreicht. Bei der letztgenannten Art und bei *A. Belliardieri DC. f. rosea* sind auch die Nägel asymmetrisch gebaut. — Ich kann bezüglich des weitern Ganges dieser korrelativen Steigerung der Organisation bei den Gattungen *Lunaria, Dentaria, Aubrietia* und *Erysimum* füglich auf die Einzelbeschreibungen und besonders auf die denselben beigegebenen Figuren verweisen. Bei *Aubrietia* stellen die Nektarien Ringe um die kleinern Filamente herum dar, die aber in ihrer Grösse und Form und in ihren Verbindungen untereinander mannigfaltigstem Wechsel unterworfen sind. Durchaus korrelativ zu diesen starken Abänderungen von der einfachen Form des Nektar sezernierenden Theils des Blüthengrundes verhält sich hier die Tiefe der Kronröhre, die Stärke der Ausbildung der leistenförmigen Organe der Filamente und der Grad der Asymmetrie der Blumenblattnägel. Bei *Erysimum* stellt sich dann bei noch stärkerer Differenzierung im Bau der Nektarien und bestimmterer Umgrenzung ihrer zum Teil absonderlichen Formen auch der zygomorphe Habitus der Krone theilweise wieder ein. Die erwähnten Leisten an den Filamenten werden dann am stärksten und mannigfaltigsten ausgebildet bei der Gattung *Alyssum*. Wie in geringerem Grade schon bei *Arabis,* und *Aubrietia,* zeigt sich hier ganz besonders die Thatsache, dass nicht alle der oben erwähnten blüthenbiologischen Merkmale sich mit zunehmender Differenzierung im Nektarium zu vervollkommnen brauchen. Bei *Alyssum* sind nämlich trotz der vollkommmen voneinander gesonderten Nektarien die Kronblätter doch ganz symmetrisch geblieben. Kaum haben sie sich in der erwähnten Weise schwach zu 2 Gruppen verstellt, und zwar geschieht diese Gruppierung aus nicht anzugebender Ursache bei *A. montanum L.* und *podolicum Bess.* gerade in umgekehrter Weise. Auch sind hier die Nägel nicht lang, d. h. die Kronröhren nicht tief, weil ja die Nektarbergung bereits durch die erwähnten Leisten besorgt wird. Sehr schön ist bei Vergleichung von *A. montanum L.* mit *saxatile L.* die Abhängigkeit der Drehung der 4 grösseren Staubblätter von der Lage der Nektarien zu erkennen. Bei der erstgenannten Art tritt diese Drehung gar nicht ein, weil die Nektarien zu vieren in gleichen Abständen voneinander im Blüthengrund vertheilt sind und die Insekten daher im Centrum der Krone zum Honig vorzudringen suchen. Bei *A. saxatile L.* dagegen, wo sich 2 Paare grosser Honigdrüsen zu den beiden Seiten der kleinern Staubblätter finden, drehen sich denn auch die 4 obern Staubbeutel so lange,

bis sie sich denjenigen der benachbarten kürzern Staubblätter zuwenden, weil hier die Honigzugänge je zwischen 2 längern und einem kürzern Staubfaden gelegen sind.

Wie sehr alle die besprochenen blüthenbiologischen Merkmale, in einigen Fällen sogar auch die Veränderungen in der Lage und Form der Nektarien selbst innerhalb derselben Gattung abändern, bewies uns z. B. schon die Vergleichung der verschiedenen Arten von *Arabis*. Vor allem aber sehen wir dies an den beiden beschriebenen Arten aus der Gattung *Cardamine*. In Bezug auf die Nektarien zeigt übrigens diese Gattung die stärksten Abweichungen vom Typus. Ebenso beobachteten wir bei *C. pratensis L.* den höchsten Betrag der Abdrehung der 4 längern Staubblätter, nämlich mehr als 360 °. — Auch die beiden beschriebenen Arten von *Aethionema* sind blüthenbiologisch stark voneinander verschieden. *A. diastrophis Bge.* hat den einfacheren Nektarienbau und besitzt demgemäss auch noch keine Leisten an den Filamenten; bei *A. armenum Boiss.* haben sich die Honigdrüsen auf 2 grosse Scheiben zwischen den längern Staubblättern reduziert; hier kommen dementsprechend Filamentleisten und bedeutende Drehungen der 4 Staubblätter, die dort ganz unbeweglich bleiben, vor, während dagegen der Kroneingang im Gegensatz zu *A. diastrophis Bge.* quadratisch, der Habitus des Perigons actinomorph ist. Die Gültigkeit unseres Korrelationssatzes tritt noch klarer hervor, wenn wir auch *A. coridifolium DC. (Iberis Jucunda hort.)*, bei der die Nektarien in noch ursprünglicherer Form auftreten, zum Vergleich heranziehen. — Die gegebenen Einzelbeschreibungen bieten uns auch Belege dafür, dass sogar innerhalb einer Art sich hinsichtlich jener Merkmale ganz erhebliche lokale Verschiedenheiten ausbilden können, dass aber auch diese Abänderungen zum grössten Theil dem aufgestellten Korrelationssatz folgen.

Die zuerst beschriebene Gattung *Iberis* haben wir zu dieser vergleichenden Zusammenfassung bis jetzt noch nicht herangezogen, weil da noch ein neues Moment an der Gestaltung der Blüthe mitwirkt, nämlich ihre Stellung in der Inflorescenz, die den Grad ihrer strahligen Ausbildung bedingt. Dieses Moment darf natürlich nicht mit den oben genannten, sich steigernden blüthenbiologischen Merkmalen in Korrelation gedacht werden. Ausserdem finden sich aber bei den untersuchten Arten von *Iberis*, dieser sonst blüthenbiologisch wenig abändernden Gattung, noch einige, allerdings nur schwach ausgebildete, aber ebenfalls in jenem Korrelationsverhältniss stehende Verschiedenheiten.

Versuchen wir nun noch etwas tiefer in das Wesen der besprochenen Korrelationen einzudringen. — Es ist eine Thatsache, dass überall in der Natur gewisse Merkmale als Folgeerscheinungen anderer auftreten, ohne dass man den Grund angeben könnte, warum diese Neubildungen immer gleichzeitig miteinander erscheinen. In vielen andern Fällen sind wir dagegen im Stande, die Ursache dieser gesetzmässigen Verknüpfung von 2 Neubildungen zu erkennen. So wissen wir z. B., warum gewisse Blumen zygomorph ausgebildet werden, sobald sie infolge einer ersten Abänderung nicht mehr hängen, sondern aufwärts gerichtet sind (V ö c h t i n g, Nro. 68 und 69, F o c k e, Nro. 21, etc.). Ebenso sind auch einige der oben erwähnten, in Korrelation mit den Abänderungen der Nektarien auftretenden Erscheinungen insofern nicht als eigentliche Korrelationen aufzufassen, als wir ihre tiefere Ursache angeben können. Dies gilt einmal, wie bereits angedeutet, von der Drehung der Staubfäden. Sobald sich nämlich die Nektarien vorzugsweise in der Umgebung der Wurzeln der kleinern Staubfäden angesammelt haben, beginnen auch die Insekten von dort aus zum Blüthengrunde vorzudringen, und dann ist es für die Blume vortheilhaft, ihre Staubbeutel so zu verstellen, dass die beiden so entstandenen Blütheneingänge ganz mit Pollen ausgekleidet werden, und dies wird darum auch durch natürliche Auslese oder direkte Anpassung (s. unten, vergl. Nro. 72) zu Stande kommen. Dasselbe gilt auch von den noch stärkeren, Autogamie bewirkenden Drehungen der Staubfäden mancher der betrachteten *Cruciferen*blumen. — Wir kommen nun endlich auch noch dazu, den Grund anzugeben, warum die Drehung der Staubblätter oft, z. B. bei *Draba repens Bieb.* u. a. nicht ganz korrelativ mit der Differenzierung im Nektarienbau und mit der verstärkten Ausbildung aller andern blüthenbiologischen Merkmale fortschreitet. Die letztern bezwecken eben alle ausschliesslich die Herbeiführung der Allogamie. Durch ihre immer zunehmende Vervollkommnung bei den genannten *Cruciferen*blüthen kommt eine aufsteigende Reihe von Anpassungen an Fremdbestäubung zu Stande, während die Drehung der Staubblätter nicht nur diesem Zweck, sondern auch noch dem der Verhinderung der Berührung von Narbe und Androeceum, der Autogamie am Schluss der Anthese etc.

dienen muss, und daher, zwischen diesen Bestimmungen schwankend, oft nur der einen oder der andern gerecht werden kann. — Eine andere Gruppe von blüthenbiologischen Merkmalen der Kreuzblüthler darf ebenfalls nicht als reine Korrelation aufgefasst werden, nämlich die oft und in den mannigfaltigsten Ausbildungsarten vorkommenden leistenförmigen, oft schief gewundenen oder radial vorspringenden Leisten der Filamente. Ich denke, dass man sich nach aufmerksamer Lektüre der oben gegebenen Einzelbeschreibungen der Auffassung nicht wird erwehren können, dass alle jene in so eminent zweckmässiger Weise für den Insektenrüssel ausgebildeten Kanäle direkte Reizwirkungen darstellen, hervorgebracht durch das beständig an der gleichen Stelle zu dem in seiner Lage relativ konstanten Nektarium vordringenden Saugorgan. Es ist wahr, dass diese Auffassung noch der tiefern Begründung bedarf, doch geben uns wohl die wenigen derartigen Vorrichtungen, die ich bis jetzt beobachtet habe, schon das Recht, dieselbe wenigstens als wahrscheinlich und der nähern Prüfung werth zu bezeichnen. Diese Prüfung wird zum Theil nicht sehr einfach durchzuführen sein. Zuerst wird es sich darum handeln, die Frage zu prüfen, ob bei den wenigen seit langer Zeit und beständig Selbstbefruchtung ausübenden *Cruciferen* derartige Vorrichtungen wirklich fehlen. Die vorliegenden Untersuchungen sprechen jedenfalls nicht gegen diese Möglichkeit; denn alle oben beschriebenen, mit derartigen Organen versehenen Blüthen sind typische Insektenblumen, während jene Leisten bei den wenigen, sehr stark bis ausschliesslich an Autogamie angepassten Blüthen (Arten von *Iberis, Petrocallis, Thlaspi, Kernera, Draba*) fehlen.

Dass z. B. die häutigen Organe der Filamente von *Alyssum*blüthen in allen ihren zahllosen Abänderungen nicht etwa als Resultate individueller Variation aufzufassen sind, erscheint als selbstverständlich, wenn wir bedenken, wie stark sich die verschiedenen Ausbildungsarten jener Organe voneinander unterscheiden und dass z. Th. alle Uebergänge zwischen denselben fehlen, was bei individueller Abänderung nicht der Fall wäre. Wir können uns ohnehin gemäss dem zwar noch unbewiesenen d e V r i e s'schen Satz, wornach durch individuelle Variation nur schon Vorhandenes verstärkt, nicht aber Neues gebildet werden kann, die Entstehung derartiger Organe durch jenen Vorgang nicht gut denken. Auch durch Selektion fixierte individuelle Abänderungen können es nicht sein, da in diesem Falle keine so enormen Verschiedenheiten bei Blüthen derselben Herkunft, ja bei Blumen ein und desselben Stockes hätten bestehen bleiben können. — Ein Moment besonders spricht noch dafür, dass wir hier wirklich Reizwirkungen vor uns haben, nämlich die auffälligen „Korrelationen" zwischen den längern und den kürzern Staubfäden hinsichtlich der Ausbildung dieser Organe, wie sie bei der zuletzt genannten Gattung und auch bei *Aubrietia* wahrnehmbar sind. Da sehen wir nämlich oft, dass in Blüthen, wo die Führungskanäle an den längern Filamenten schwach geneigt oder fast vertikal sind, so dass sie allein bis zum Nektar hinunterführen, — dass dann da auch die Furchen im kleinern Staubblatt, welche die Fortsetzung jener Kanäle bis zum Nektar hätten bilden sollen, verschwunden sind, während in andern Blüthen desselben Stockes, deren längere Filamente nur oben sehr stark schiefe Furchen besitzen, der untere, vom benachbarten kleinern Staubfaden übernommene Theil des Kanals viel bedeutender ist. Ein derartiges Verhalten einer Blume, ein förmliches Streben nach Erreichung eines bestimmten Zweckes, gleichgültig durch welche Mittel, kann natürlich nie als individuelle Variation erklärt werden.

Es leuchtet ein, dass durch die Ausbildung dieser zugleich den Blüthengrund verengernden Leitvorrichtungen für den Rüssel der besuchenden Insekten die ursprünglich offene *Cruciferen*blüthe zur typischen Bienenblüthe, ja sogar zu einer Falterblume umgezüchtet werden kann, sobald auf jene an sich schon so vortheilhaften Merkmale die natürliche Auslese einwirkt. Derartige Blumen mit bereits durch Selektion fixierten Filament-Organen treffen wir in der Gattung *Aubrietia*. Für diese Auffassung spricht auch die Wahrnehmung, dass hier nur noch wenige Abänderungen hinsichtlich dieser Organe vorkommen, und dass sich bei diesen Pflanzen unter dem Einfluss der höhern Blumengäste auch bereits die Blumenfarbe gesteigert hat, während sie bei den noch nicht fixierten Blumen aus der Gattung *Alyssum* oder bei *Cardamine trifolia L.* noch das gewöhnliche *Cruciferen*-Gelb oder Weiss geblieben ist.

Um die Frage zu entscheiden, ob derartige Leisten an den Filamenten wirklich zum Eingreifen der Selektion führen können, sind verschiedene experimentelle Wege denkbar. So habe ich z. B. begonnen, durch Beobachtung der Insektenbesuche bei *Alyssum montanum L.* zu untersuchen, ob Blüthen mit ver-

schieden ausgebildeten Leisten an ihren Filamenten einen qualitativ oder quantitativ verschiedenen Besuch erhalten. Diese Beobachtungen konnten infolge der stets ungünstigen Witterung, deren ich mich bei meinen blüthenbiologischen Studien von Anfang an erfreute, leider nicht so weit durchgeführt werden, dass sie ein bestimmtes Urtheil erlaubten. — Das nächste Erforderniss, um wenigstens einmal eine gute Fragestellung zu weiteren Experimenten zu gewinnen, ist die Kenntniss einer grössern Anzahl derartiger Vorrichtungen, und diese Forderung aufgestellt und den Anfang zu einer genauen Untersuchung der scheinbar so einfachen, aber in Wirklichkeit doch sehr interessanten und theoretisch wichtigen Aufschlüsse bietenden *Cruciferen*blüthe geliefert zu haben, sei das Resultat der eben gegebenen Einzelbeschreibungen.

Ich will hier noch auf ein Merkmal der *Cruciferen*blüthen zurückkommen, von dem man erwarten sollte, dass es sich am ehesten korrelativ mit der fortschreitenden Differenzierung in den Nektarien entwickeln sollte, nämlich von den längst als „Honigsporn" aufgefassten Auswölbungen am Grunde der Kelchblätter. Ein Blick auf die gegebenen Einzelbeschreibungen zeigt uns, dass diese „Honigsäcke" sich durchaus nicht korrelativ zu jenen andern Merkmalen verhalten, und dass sie, im Gegensatz zu denselben, wenigstens innerhalb kleinerer Sippen sehr konstant sind, dass sie oft in Blüthen vorkommen, wo die Nektarien gar nicht mehr über den kleinern Staubblättern stehen (*Aethionema armenum Boiss., Cardamine trifolia L.* und viele andere) und dass sie sehr häufig trotz des Honigreichthums im Blüthengrunde keinen Nektar enthalten. Ferner hat *Arabis coerulea Haenke* honiglose, aber mit grossen „Honigtaschen" versehene Blüthen. Diese Auswölbungen am Grund des Kelches sind also rein morphologische Merkmale, die nur gelegentlich biologische Bedeutung erlangen.

Sprechen wir noch kurz über die Geschlechterentwicklung der besprochenen *Cruciferen*blüthen. Es würde uns zu weit führen und wegen der zu geringen Anzahl vorliegender Untersuchungen nichts nützen, wenn wir eine Uebersicht über den Grad der Dichogamie und das Verhältniss der Länge der Sexualorgane bei den besprochenen Formen vorführten. Ich verweise diesbezüglich auf die Einzelbeschreibungen. Es mag nur bemerkt werden, dass die meisten der untersuchten Blüthen ursprünglich wohl protogynisch waren, da in den Knospen, selbst der später protrandrisch blühenden Formen, das Gynäceum meist stärker entwickelt ist, als das Andröceum. (Ueber Knospendichogamie vergl. F i s c h Nro. 20 und K i r c h n e r Nro. 36.) — Sodann möge hier noch eine kleine theoretische Betrachtung Platz greifen.

Schon seit S p r e n g e l (Nro. 63 a) wissen wir, dass die meisten Blütheneinrichtungen den Zweck verfolgen, Fremdbestäubung herbeizuführen und Autogamie auszuschliessen, und seit D a r w i n (Nro. 7) begreifen wir auch, dass die Blütheneinrichtungen durch natürliche Auslese deshalb diesem Ziel gemäss sich ausbilden mussten, weil immer die durch Kreuzung hervorgegangenen Nachkommen einer Pflanze im Wettkampf ums Dasein die durch Selbstbefruchtung erzielten besiegen, weil mit andern Worten Fremdbestäubung im ganzen Reich der Gewächse vortheilhafter wirkt, als Selbstbestäubung. Eine grosse Anzahl von noch nicht hoch angepassten Blüthen konnten aber die Möglichkeit zur Autogamie dennoch nicht ganz aufgeben, weil ihre Kreuzung nicht absolut gesichert war, und diese richteten sich nun durch natürliche Auslese so ein, dass während des ersten Theils der Anthese Allogamie, gegen ihr Ende aber Autogamie begünstigt wurde. — Die Blüthen der *Cruciferen* bieten uns nun schöne Beispiele derartiger Bestäubungseinrichtungen. Durch Dichogamie, durch ungleiche Länge der Sexualorgane, durch Abdrehung der Staubgefässe etc. wird hier Selbstbestäubung anfangs verhindert, während sie am Ende der Blüthezeit meist mit Sicherheit eintritt. — Wenn wir aber an die mannigfaltigen Abänderungen in den Kreuzung, resp. Autogamie bewirkenden Einrichtungen und Vorgängen innerhalb grösserer Sippen oder sogar bei ein und derselben Art denken, so müssen wir zugeben, dass dies, ähnlich wie die oben besprochenen Staubblattanhänge von A l y s s u m, nicht durch natürliche Auslese bereits fixierte Bildungen sind, sondern dass wir es hier mit direkten Anpassungen der Blüthen zu thun haben. Höchstens die Fähigkeit zu dieser natürlichen Anpassung kann sich durch Selektion fixiert haben, indem die Pflanzen mit nicht anpassungsfähigen Blumen eliminiert wurden, so dass sich dann aber diese direkte Anpassung in verschiedenen Blüthen durch verschiedene Mittel, je nach dem betreffenden Bedürfniss, vollziehen konnte. Es ist mit Rücksicht auf die Raumersparniss unmöglich, hier nochmals auf alle jene mannigfaltigen Streckungen der Staubblätter und

Stempel zurückzukommen, deren einziger Zweck in der Herbeiführung der Kreuzung während der Anthese und in der Bewirkung der Autogamie an ihrem Schluss liegt. Die Einzelbeschreibungen haben zur Genüge dargethan, wie dieselbe Blüthe zum selben Zweck oft Bewegungen ganz verschiedener Blüthentheile anwendet, oder wie dieselben Vorgänge, Streckungen oder Drehungen von Sexualorganen anfangs zur Verhinderung, später zur Herbeiführung der Autogamie dienen müssen, oder endlich, wie dieselbe Blume durch künstliche oder natürliche Aenderung ihrer Lebensbedingungen ihre Bestäubungseinrichtung total verändern kann, aber doch immer wieder zweckmässig, d. h., so gestaltet, dass anfangs Allogamie, später Selbstbefruchtung, oder dass bei ganz mangelndem Insektenbesuch ausschliesslich Autogamie erfolgt. — Wir haben insbesondere in einigen Fällen die Wahrnehmung gemacht, dass besonders in den 4 längern Staubblättern die Tendenz, Autogamie herbeizuführen, zu liegen scheint, welcher Zweck von den genannten Staubblättern mit allen möglichen, und in derselben Blüthe oft nacheinander mit entgegengesetzten Mitteln förmlich zielbewusst verfolgt wird, während sich die Narbe umgekehrt eine Berührung mit den Antheren mit derselben Zähigkeit, und ebenfalls oft fast gleichzeitig mit ganz verschiedenen Mitteln (z. B. starker Streckung des Griffels und plötzlichem Innehalten im Wachsthum desselben) zu entziehen sucht.

Auf jeden Fall müssen wir annehmen, dass niedrig organisierten Blüthen, wie z. B. denjenigen der *Cruciferen,* die Fähigkeit innewohnt, ihre Bestäubungseinrichtung direkt in zweckmässiger Weise zu verändern, insbesondere diejenigen Bewegungen, Formveränderungen etc. auszuführen, welche Autogamie während der Anthese verhindern, am Ende derselben aber ermöglichen oder mit Sicherheit herbeiführen.

II.

Crassulaceae.

Knuth schreibt als Einleitung zur Besprechung der Blütheneinrichtungen dieser Familie in seinem „Handbuch“ (II. 1., p. 427, nach Nordfr. Ins., Nro. 37)): „Die Anlockung geschieht durch die Kronblätter, doch sind manche Blüthen so klein, dass sie höchstens gelegentlich Insektenbesuch erhalten, während bei grossblumigen *Sempervivum*- und *Sedum*-Arten durch ausgeprägte Protrandrie Selbstbestäubung oft gänzlich ausgeschlossen und Insektenbesuch zur Befruchtung unbedingt nöthig ist. Seltener ist Protogynie. Der Honig wird meist in Drüsen abgesondert, welche am Grunde der Fruchtknoten liegen. Die Bergung desselben ist bei unsern Arten eine ziemlich oberflächliche, so dass die meisten Blumen der Klasse AB zuzuzählen sind.“

1. Sedum Telephium L. (S. maximum Suter.) (Taf. V, Fig. 148.)

Wurde bereits von H. Müller in den Alpen (No. 56), und von mir am 21.—31. August 1901 in Zürich nach Exemplaren aus dem Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre und am 10. September im botanischen Garten in Zürich untersucht. Ich beschreibe zuerst nur die Exemplare von Bourg-St.-Pierre.

Die zu sehr dichten Scheintrauben vereinigten Blüthen besitzen weisse, ins Grüne spielende, aussen mit rothbraunen Zipfeln versehene Kronblätter und haben einen Durchmesser von 7—8 mm. Das Gynäceum ist weisslich grün, die Filamente sind weiss, die Antheren gelb[1]. Die mit den Kelchblättern alternierenden Staubfäden sind weit oben an den Petalen inseriert, während die andern tief unten auf dem Grund des Kelches entspringen und zwischen die Fruchtknoten hineingreifen. Da nun an der Basis der schwach nach aussen vorspringenden Fruchtknoten die den Nektar absondernden, ziemlich grossen, rechteckigen, nach oben gebogenen Schuppen sich befinden, so wird der dort sich ansammelnde Honig durch die zu beiden Seiten stehenden, tief unten entspringenden und in die Furche zwischen die Fruchtblätter hineingreifenden Filamente und durch das vor dem Nektarium befindliche, etwas nach aussen abstehende und auch weiter aussen inserierte Staubblatt in eine zwar kurze und unvollkommene Röhre geborgen, die aber besonders am Anfang der Anthese, wenn die Staubfäden noch nicht stark nach aussen abstehen, ihren Zweck vollkommen erreicht. Dieser liegt darin, die Blüthenbesucher zu zwingen, ihren Saugrüssel in jede einzelne dieser Vertiefungen hineinzustecken und darum viel länger auf der Blüthe zu verbleiben und viel mehr die Kreuzung befördernde Bewegungen auszuführen. —Während der ganzen Anthese sind die Nektarien nie von oben sichtbar, auch beim Hineingucken in schiefer Richtung können sie höchstens am Ende der Anthese gesehen werden. Die Blüthen gehören also schon fast zur Klasse B. Die Honigbergung wäre hier ebenso vollkommen, wie bei den unten zu besprechenden Arten von *Sempervivum*, z. B. bei *S. alpinum Gris.*, wenn die betreffenden Blüthentheile auch noch, wie dort, behaart wären. — Die Blüthen entsenden einen sehr deutlichen, charakteristischen und unangenehmen Geruch.

Wie bereits H. Müller angiebt, springen zuerst die Antheren der 5 äussern und erst hernach auch die der 5 innern Staubblätter auf. Vor Beginn seiner Funktion neigt sich jedes Staubblatt nach innen. Wenn

[1] Genaue Angabe der Blumenfarben ist bei der Beschreibung der Pflanzen dieser Familie wichtig, da H. Müller (No. 56) die wichtigsten Schlüsse hieraus ableitet.

der äussere Staubblattkreis gegen das Centrum der Blüthe gegangen ist, so ist die Krone noch nicht ganz geöffnet. Während die genannten Staubblätter, immer noch stark stäubend, wieder nach aussen gehen, bewegen sich nun auch die den Kronblättern opponierten Staubfäden nach innen. Auch diese bleiben nicht lange dort, sondern kehren wieder zur Peripherie der Blüthe zurück, wo nun beide Kreise, allerdings in abgeschwächtem Maasse, noch längere Zeit in Funktion verharren. Die Griffel des Gynäceums waren in der Knospe noch zu einer Spitze zusammengeneigt. Sofort nach dem Oeffnen der Blüthe und bevor die ersten Antheren stäuben, beginnen sie aber auseinander zu weichen. Wenn alle Staubfäden ihre Bewegung vollendet haben und ihre Antheren den Kronblättern anliegen, stehen jedoch die Griffel erst aufrecht, noch nicht schief nach aussen. Sie bewegen sich nun unter Streckung und Biegung an ihrer Wurzel noch mehr nach aussen, bis ihre Spitzen ungefähr an dieselbe Stelle zu stehen kommen, wo die Antheren zur Zeit ihrer maximalen Thätigkeit sich befanden. Da sich die bestäubenden Bienen, Hummeln und grossen Fliegen zur Gewinnung des Nektars auf die Griffelspitzen oder später auf die umgebogenen Stellen der Griffel setzen, zur Ausbeutung der oben beschriebenen Honigröhren drehende Bewegungen auf der Blume ausführen und dabei genau dieselbe Stelle der Unterseite ihres Abdomens mit den Narben in Berührung kommt, die an jüngern, männlichen Blüthen an den stäubenden Antheren herumrieb, so ist durch die beschriebene Krümmung und Streckung der Griffel Allogamie gesichert. Ich habe die angedeutete Art des Nektargewinnes durch die Insekten auf den Blüthen von *S. Telephium L.* im botanischen Garten in Zürich beobachtet. Noch viel sicherer sind aber diese drehenden Bewegungen bei den die unten beschriebenen grossen *Sempervivum*blüthen ausbeutenden Hummeln. Ich werde sie darum auch erst dort genauer beschreiben und auf die Zweckmässigkeit der an sie angepassten Bewegungen der Sexualorgane hinweisen. Hier mag die Notiz genügen, dass ich auf sehr vielen andern *Sedum-* und *Sempervivum*blüthen mehr oder weniger deutlich drehende Insekten gefunden habe.

Während der beschriebenen Bewegungen im Gynäceum haben sich die Staubblätter, die den Petalen sehr nahe stehen oder denselben direkt anliegen, gemeinsam mit den letztern noch mehr geöffnet, d. h. nach aussen bewegt, so dass auch jetzt zwischen den Griffelenden und den noch etwas stäubenden Antheren noch eine räumliche Differenz von 2—2,5 mm besteht, und Autogamie auch bei weniger starker Dichogamie doch nicht eintreten könnte. Wenn sich dann endlich auch die Narben bilden, so ist, wie dies bereits von A. Müller beobachtet wurde, nicht mehr viel Pollen in den Staubbeuteln vorhanden. Wenn die Blüthe sich Autogamie sichern wollte, so musste sie in diesem Moment die entsprechenden Bewegungen ausführen. Ich beobachtete dieselben aber nur selten, und sie scheinen auch nur bei einseitig ausgebildeten, aussen in der Inflorescenz stehenden Blüthen einigermassen häufig vorzukommen. Nach Ausführung dieser centripetal gerichteten Autogamie-Bewegungen müssen sich die Staubfäden auch noch etwas krümmen, wenn Berührung der Sexualorgane eintreten soll, da sie länger sind, als die Griffel. — Das männliche Stadium dieser Blumen dauert immer viel länger, als das weibliche.

Ich stellte die zur Untersuchung verwendeten Exemplare der Pflanze in Wasser und bemerkte nun, dass die erst nach Entfernung der Pflanze von ihren ursprünglichen Lebensbedingungen aufgebrochenen Blüthen viel weniger oder sogar entgegengesetzt dichogam waren. Die Griffel waren nämlich schon nach aussen geneigt, ja in den jüngsten Blüthen besassen sie sogar schon empfängnissfähige Narben, wenn die Antheren noch alle geschlossen waren!

Wie bereits bemerkt, beobachtete ich die Blüthen auch im botanischen Garten in Zürich. Diese Exemplare waren geruchlos, hatten zuerst einen Durchmesser von 3—6, später einen solchen von 12—13 mm und ein weisslich-rothes Gynäceum, glichen aber den zuerst beschriebenen sonst vollkommen. Sie zeigten dagegen eine andere Geschlechterentwicklung: Zuerst öffnet sich die Krone nur ganz wenig. Sie wird förmlich aufgestossen von den auseinanderspreizenden und schon stäubenden kelchständigen Staubblättern. Da die Griffel schon in der Knospe auseinandergeneigt sind und unmittelbar nach der Oeffnung der Blüthe mit empfängnissfähigen Narben versehen werden, die wegen der immer noch ganz wenig geöffneten Krone und den weit innen stehenden kelchständigen Staubblättern nur leicht mit den letztern zur Berührung kommen könnten, so krümmen sich diese an ihrem obersten Theil, unmittelbar unterhalb der Anthere nach aussen, so dass die stäubenden Antheren nun alle zwischen den noch ganz aufge-

richteten Kronblättern seitlich aus der Blüthe heraustreten und keine Autogamie eintreten kann. Es ist zu beachten, dass hier zur Vermeidung von Selbstbestäubung eine ganz andere Art der Bewegung der Staubblätter — Krümmung an ihrer Spitze — verwendet wird, als die sonst bei den *Crassulaceen* übliche Bewegung an der Wurzel der Staubfäden. Wir werden aber jene Bewegungen, die in der Litteratur noch gar nirgends angegeben sind, auch bei *S. stoloniferum Gmel.* und einigen *Sempervivum*-Arten wieder finden. — Wenn nun auch der innere Staubblattkreis dieser homogamen Blüthen zu funktionieren beginnt, so tritt erst die bei fast allen Verwandten vorkommmende zweite, stärkere Oeffnung der Petala ein, und jene Staubblätter gehen dann gleichzeitig infolge Krümmungen an ihren Wurzeln stark nach aussen, so dass Autogamie wieder ausgeschlossen ist, da diese Bewegung oft etwas vor, immer aber mindestens gleichzeitig mit dem beginnenden Stäuben jener Antheren erfolgt. An der Peripherie der Blüthe stäuben nun beide Staubblattkreise noch einige Zeit. Die Narben sterben ab, wenn der äussere Staubblattkreis seine Funktion vollständig eingestellt hat und der innere noch etwas Pollen enthält. — Ich fand am genannten Ort auch zahlreiche, ganz schwach protogynische Blüthen. Sie verhielten sich ganz wie die eben beschriebenen, nur waren die Narben schon in der Knospe empfängnissfähig.

2. Sedum Eversii Led. (Taf. V, Fig. 149—151.)

Noch nicht bekannt und von mir vom 26. August bis 3. September 1901 in Zürich nach frischem Material aus dem Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die traubenähnlichen Blüthenstände sind weniger dicht, als bei voriger Art, die Petala innen hellcarminroth, aussen weisslichroth gefärbt; die Mittellinie ist innen, besonders gegen die Spitze hin, dunkler roth, die Wurzel des Blattes weiss. Die Länge eines Kronblattes beträgt 5—5,5 mm, der Blüthendurchmesser anfangs 7, später bis 9 mm. Die Filamente sind hellcarmin, die Antheren im geschlossenen Zustand schwarz, stäubend gelblichweiss gefärbt, die Fruchtknoten sind weiss und tragen längs ihren Kanten rothe Linien.

Die Honigschuppen sind hier kleiner, als bei der vorigen Art. Der Nektar ist, obwohl die Fruchtknoten sich oberhalb der Honigschuppen eher stärker, als bei der vorigen Art ausbauchen, doch weniger gut geborgen, weil die über den Fruchtknoten stehenden Filamente tiefer unten am Kronblatt inseriert sind, die zwischen ihnen stehenden dagegen nicht so tief zwischen die Fruchtblätter hineingreifen, so dass keine solchen Röhren gebildet werden, wie dort. Dazu kommt noch, dass die Krone gegen Ende der Anthese sich sehr stark öffnet, ja sogar nach unten schlägt, wodurch alsdann der Nektar sogar sehr leicht zugänglich wird. Vor diesem Zeitpunkt ist er jedoch nicht von aussen sichtbar.

Der Grad der Dichogamie ist geringer, als bei der zuerst beschriebenen Art. Wie dort beginnen auch hier schon unmittelbar nach der Oeffnung der Krone die Griffel auseinanderzuspreizen. Die Petalen gehen hier gleich von Anfang an stärker auseinander, als bei *S. Telephium L.*, wohl schon darum, weil die Blüthen infolge der weniger dichten Inflorescenz durch ihre Nachbarn weniger am Entfalten ihrer Krone gehindert werden. Wenn die Krone ganz geöffnet ist, so bewegen sich zuerst die kelchständigen Staubblätter nach innen und beginnen zu stäuben, und während diese dann wieder zur Peripherie der Blüthe zurückkehren, führen auch die andern jene centripetale Bewegung aus und treten in Funktion. Die Griffel erhalten ihre papillösen Enden, wenn sie noch kaum aufrecht stehen und zwischen ihnen und den kaum auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit stehenden Staubgefässen noch ein grosser Zwischenraum besteht (Fig. 150). Erst wenn die Antheren schon alle aussen stehen und sogar schon fast ganz verstäubt sind, bewegen sich die Griffel unter Krümmung ihrer untern Theile noch weiter nach aussen, und kommen mit den Narben an dieselbe Stelle, wo die Antheren, als sie nach innen gewandert waren, gestanden hatten. Sie bleiben jedoch nur ganz kurze Zeit nach dem Absterben des Andröceums in Funktion (Fig. 151). Während dieser Zeit sind die Petalen nach unten geschlagen. Diese Erscheinung ist nur eine Folge des immer weiter fortschreitenden Oeffnens der Krone, und ist nicht etwa der Verwelkung derselben zuschreiben, da die Petalen schon einige Zeit vor der Entleerung des letzten Blüthenstaubes aus den Antheren und lange vor ihrer Welkung vollständig zurückgeschlagen sind. — Trotz des starken zeitlichen Uebereinandergreifens des männlichen und des weiblichen

Stadiums dieser Blüthen sah ich doch nie Autogamie eintreten, da die Bewegungen der Sexualorgane immer so reguliert sind, dass ein genügender Zwischenraum zwischen den Narben und den stäubenden Antheren erhalten bleibt. An solchen Blüthen, deren Krone ausnahmsweise schwach geöffnet war (z. B. an dichten Stellen im Blüthenstand!), deren Staubfäden sich infolgedessen nur wenig nach aussen bewegt hatten, konnte man ganz deutlich sehen, dass auch die Griffel weniger auseinanderspreizten, ja sogar oft fast ganz zusammengeneigt blieben, obwohl sie bereits gut entwickelte Narben besassen. Nur ganz ausnahmsweise kommt durch mehr zufällige Bewegungen einzelner Staubfäden Autogamie zu Stande. Dagegen nahm ich an ganz alten Blüthen, die weder Pollenstaub noch Narben mehr besassen, ziemlich häufig regelmässige centripetale Bewegungen der Staubfäden und Anlegung der Staubbeutelreste an die verdorrten Griffelenden wahr.

Auch diese Pflanze bewahrte ich zur weiteren Untersuchung auf, indem ich sie ins Wasser stellte. Es zeigte sich nun auch hier, dass alle später aufgeblühten Exemplare viel weniger oder sogar entgegengesetzt dichogam waren: Ich beobachtete deutlich Blüthen, deren Griffel schon weit auseinandergespreizt waren und schon starke Narben trugen, als noch alle Staubbeutel geschlossen waren, ja ich sah sogar einige späte Blumen, die in dem eben erwähnten Stadium des Andröceums schon verwelkte Narben trugen. Es kann nicht mangelnder Insektenbesuch die Schuld an dieser Verschiebung in der Geschlechterentwicklung getragen haben, denn ich hatte die Pflanzen vor das geöffnete Fenster gestellt, wo sie eifrig von Bienen besucht wurden, sondern die Ursache dieser Erscheinung kann nur in der durch das Abschneiden der Pflanzen und ihr Einstellen in Wasser veränderten Stoffzufuhr, in der Temperaturveränderung oder ähnlichen Faktoren liegen. Dass wirklich nicht Insektenmangel diese Erscheinungen veranlasste, entnahm ich auch der Thatsache, dass diese spät aufgebrochenen Blüthen keineswegs häufiger Autogamie ausübten oder etwa gar Anpassungen an dieselbe erkennen liessen. Ich beobachtete hier thatsächlich gar nie Autogamie und nur äusserst selten die bei den andern Exemplaren häufigen, oben beschriebenen Autogamiebewegungen an nahezu verblühten Blumen.

3. Sedum Anacampseros L. (Taf. V, Fig. 152.)

Wurde bis jetzt noch nicht blüthenbiologisch untersucht. Meine Untersuchungen wurden vom 18.—29. August 1901 in Zürich an frischem Material aus dem Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre ausgeführt.

Der Durchmesser der Krone beträgt anfangs ca. 5, später 7—10 mm, die Länge des Kronblattes 4,5 mm. Die Petalen sind aussen blaulila gefärbt und erscheinen dort, vielleicht infolge eines Wachsüberzuges, wie bereift. Innen zeigen sie carminrothe Flecken und Längsstreifen. Carminroth sind auch die Filamente gefärbt. Das Gynäceum ist weisslich.

Obwohl der Unterschied in der Höhe der Insertion der Filamente im Krongrund hier noch geringer ist, so scheint der Nektar doch ebenso gut geborgen zu sein, wie bei der vorigen Art, da sich die äussern Wandungen der Fruchtblätter hier mehr nach aussen wölben und so die Nektarschuppen überdachen.

Schon am Ende des Knospenstadiums sind die Griffel nicht mehr zusammengeneigt. Die Narben bilden sich aber erst, wenn jene schon ganz auseinandergespreizt sind, was oft erst der Fall ist, wenn schon einige Staubblätter funktionieren. Diese beginnen bereits nach der Oeffnung der Krone in langsamer Reihenfolge zu stäuben. Die Blüthen sind also schwach protrandrisch bis schwach protogynisch, meistens aber ganz homogam. Am Ende der Anthese nahm ich Berührung der Narben mit 1—3 beliebigen einander benachbarten Staubgefässen in fast allen Blüthen wahr.

4. Sedum oppositifolium Sms. (Taf. V, Fig. 153 und 154.)

Ebenfalls noch nicht untersucht. Meine Beobachtungen wurden vom 20.—28. August 1901 in Zürich an frischem Material aus dem Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre gemacht.

Die weissen, nur an den Spitzen grün gefärbten Kelchblätter sind wie bei den vorigen Arten kahl. Die ebenfalls weissen Kronblätter besitzen aussen röthliche Spitzen und eine rothbraune, breite Mittellinie. Ihre Länge beträgt 9—10 mm. Der Durchmesser der Krone misst am Anfang der Anthese ca. 10, später bis 20 mm. Die Blumenblätter verharren lange Zeit in nur schwach geöffnetem Zustande.

Die runden, hier etwas grösser, als bei der zuletzt besprochenen Art ausgebildeten Honigschuppen sind während der ganzen Anthese von oben nie sichtbar, wohl aber beim Besehen der Blüthe in einer schiefen Richtung. Der Honigschutz durch die Röhrenbildung der Filamente infolge der verschieden hohen Insertion derselben im Blüthengrund ist hier etwas vollkommener ausgebildet, als bei der vorigen Art, dagegen sind die Fruchtknoten nach aussen eher weniger vorgewölbt, als dort. Die Blüthe ist aber ziemlich tief, und die Kronblätter bleiben, wie schon bemerkt, lange Zeit in nur halb geöffnetem Zustande, wodurch der Honigschutz auch noch erhöht wird.

Die Staubblätter sind länger, als die Stempel. Die letztern tragen an ihrem untern Theil dicke, papillenartige Haare. Die Blüthen sind stark protrandrisch. Die Staubfäden gehen, nachdem sie sich bei Beginn ihrer Funktion gegen das Centrum der Blüthe bewegt haben, gewöhnlich nicht mehr nach aussen, bevor sie verstäubt oder dem Verstäuben nahe sind. Es kommt daher gelegentlich vor, dass die Antheren während oder vor ihrer endlich doch erfolgenden centripetalen Bewegung von den sich nach aussen krümmenden Griffeln berührt werden. Doch sind solche Fälle von Autogamie nur zufällig, nicht häufig und nicht bestimmt geregelt. — Schon kurze Zeit nach dem Beginn des Stäubens neigen sich die Griffel auseinander. Um nicht mit den dann noch weit innen stehenden Staubgefässen in Berührung zu kommen, verharren sie aber noch längere Zeit in genau vertikaler Stellung. Erst wenn die Staubbeutel fast vollständig entleert sind und sich wieder nach aussen bewegen, neigen auch die Griffelenden stärker nach aussen und bilden zu äusserst die Narben aus. — Autogamie tritt mit Ausnahme der oben gemeldeten zufälligen Vorkommnisse gar nie ein.

5. Sedum spurium Bieb. (Taf. V, Fig. 155.)

Ebenfalls hier zum erstenmal beschrieben, und zwar nach Untersuchungen, die vom 23. August bis 3. September 1901 in Zürich nach frischem Material aus dem Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis) ausgeführt wurden.

Die 13—15 mm langen, schmalen, lanzettförmigen Petalen sind blassroth, an der Spitze und in der Mittellinie dunkler, an der Basis heller gefärbt. Weisslichroth sind auch die Sexualorgane. Der Kelch ist ebenfalls roth, unten weisslich, an den Rändern dagegen dunkelcarmin. Der Durchmesser der Krone beträgt zuletzt 15—25 mm. Anfangs ist auch hier die Krone nur halb geöffnet.

Der durch die 5 bekannten Schuppen abgesonderte Nektar wird durch ziemlich tiefes Eingreifen der kelchständigen Filamente und durch röhrige Ausbildung des untern Theils der Krone so gut geborgen, dass er nur in schiefer Richtung sichtbar ist.

Die Griffel spreizen hier sehr stark auseinander, und die Narben kommen, wie bei den meisten andern *Sedum*-Arten, immer an diejenige Stelle in der Blüthe zu liegen, wo zu einer andern Zeit die stark stäubenden Antheren sich befinden, wodurch Allogamie gesichert ist. — Die Blüthen sind homogam. Die Bewegung der Griffel hört auch hier eine Zeit lang auf, wenn dieselben vertikal aufgerichtet sind und geht erst weiter, wenn die nun bald verwelkenden Staubgefässe den Platz geräumt haben und an die Peripherie der Blüthe gewandert sind. Autogamie kommt nicht vor und kann leicht entbehrt werden, da die schönen, augenfälligen Blumen zahlreiche Besucher anlocken.

6. Sedum alpestre Villars (S. repens Schleich.).

Wurde bereits von Hermann Müller (No. 56) beschrieben und von mir im Juli 1901 bei Liddes, Bourg-St.-Pierre und am Grossen St. Bernhard (Wallis) untersucht.

Die fleischigen Kelchblätter sind fast so lang, wie die Kronblätter und wie diese aufgerichtet. Jene sind hellgrün und gleichen sehr den gewöhnlichen Laubblättern der Pflanze. An den Exemplaren von der Passhöhe des Grossen St. Bernhard waren sie, wie die Kronblätter, roth gefleckt. Auch das sonst weisslich-grüne Gynäceum hatte dort schmutzig-rothe Flecken. Die Kronblätter sind hellgelb und lassen keine Adern u. s. w. erkennen. Die im Wuchs kleiner bleibenden Pflanzen der Passhöhe hatten etwas schmälere Petalen. Die Länge der Kronblätter dieser Blüthen betrug überall 4—5 mm; ebenso viel meist auch der Durchmesser der Krone.

Müller giebt an, dass die Blüthen von *S. alpestre Vill.* protogynisch seien, dass aber die Narben bis zum Aufspringen der Antheren funktionsfähig bleiben, so dass bei ausgebliebenem Insektenbesuch spontane Selbstbestäubung möglich sei. Ich kann hinzufügen, dass die Griffel schon in der Knospe auseinanderzuspreizen beginnen, sowie dass Autogamie fast in allen Blüthen dadurch eintritt, dass die Staubblätter, nachdem sie bei Beginn ihrer Funktion nach innen gegangen sind, sich nur theilweise wieder zurückbewegen, und auf diese Weise 1—3 Antheren mit den Stigmata in Berührung kommen. Ausserdem sah ich auch Blüthen, die nicht nur solche mehr zufällige Autogamieerscheinungen zeigten, sondern in welchen am Schluss der Anthese, oft sogar, wenn die Narben schon abgestorben waren, sämmtliche Staubblätter sich von neuem und noch energischer, als das erstemal, nach innen bewegten und alle Antheren sich an die Narben anlegten, um den wenigen noch vorhandenen Blüthenstaub auf denselben zu deponieren. Sah man genauer zu, so unterschieden sich diese Blüthen von den übrigen in der Folgezeit dadurch, dass ihre Fruchtknoten die von der Reifung derselben herrührende Anschwellung nicht zeigten, oder dass diese viel später eintrat, als bei den andern. Es waren dies also offenbar solche Exemplare von Blüthen, die zu spärlich besucht und daher nicht mit fremdem Pollen befruchtet worden waren und sich nun durch Autogamie, die aber in vielen Fällen zu spät eintrat, behelfen mussten, wenn sie überhaupt noch zum Ziel gelangen wollten. Alle diese Erscheinungen waren ganz deutlich wahrzunehmen. Das relativ häufige Vorkommen der zuletzt beschriebenen, stark autogamierenden Blüthen erklärt sich durch die anhaltend regnerische Witterung, bei welcher ich untersuchte. Ich habe während dieser Zeit auch einige Male Autogamie in geschlossen bleibender Krone beobachtet. — Sobald sich die Witterung aufhellte, fand ich die Blüthen ziemlich reichlich von Insekten besucht. Unter den Gästen spielten verschiedene Fliegen die erste Rolle; Apiden habe ich nicht beobachtet. — Es bleibt noch nachzutragen, dass die in ihren Farbenabänderungen bereits beschriebenen Blüthen beim Bernhard-Hospiz bei gleichem Grad der Dichogamie immer so stark autogamierten, wie die zuletzt beschriebenen, tiefer unten nur als Ausnahme vorkommenden Exemplare.

7. Sedum rupestre L. (Taf. V, Fig. 156—158.)

Die Blüthenbiologie der nahe verwandten *S. reflexum L.* ist bekannt, diejenige von *S. rupestre L.* dagegen noch nicht. Sie weicht von jener beträchtlich ab. Ich untersuchte sie am 29. Juli 1901 bei Orsières (Wallis) und vom 20. August bis 3. September in Zürich an Topfexemplaren von derselben Lokalität.

Die Blüthen dieser Art sind nicht, wie die bisher besprochenen, nach der Fünf-, sondern nach der Sechs-Zahl gebaut. (K_6, C_6, A_{6+6}, G_6.) Der Kelch ist hellgrün und trägt auch hier keine Behaarung. Die Petala sind chromgelb, wie auch die Filamente und die Antheren, während das Gynäceum grüngelb gefärbt ist. Der Durchmesser der auffälligen, zu dichten, scheinbar doldigen Inflorescenzen vereinigten Blüthen beträgt anfangs 7—8, die Höhe vom Grund des Kelches bis zu den Spitzen der noch fast ganz vertikal aufgerichteten Kronblätter ca. 8 mm. Der Krondurchmesser wächst später bis auf 10 und 15 mm. Die Länge eines einzelnen Kronblattes beträgt ca. 6 mm.

Der unterste Theil jedes Fruchtknotens besteht aus ziemlich reichlich Honig absonderndem Drüsengewebe. Der Nektar ist auch anfangs, wenn die Blüthen nur erst halb geöffnet sind, schwach und später gar nicht mehr nach oben abgeschlossen, da sich dann die Filamente stark nach aussen neigen, die Fruchtknoten sich nur wenig nach aussen vorwölben und jede Behaarung dieser Theile fehlt. Die über den Kelchblättern stehenden, etwas tiefer inserierten Staubfäden greifen zwar auch hier, wenigstens anfangs, an ihrer Basis ziemlich tief zwischen die Fruchtknoten hinein. — Die Blüthen können anfangs zur Müller-schen Klasse AB, später aber nur noch zu A gerechnet werden.

Zuerst bewegen sich die Staubfäden rasch nacheinander nach innen, so dass keine Reihenfolge der einzelnen, ja nicht einmal der Kreise wahrzunehmen ist, und beginnen ebenso rasch zu stäuben. Jetzt ist die Krone nur erst schwach geöffnet, und die Griffel sind nur ganz wenig auseinandergeschlagen, nicht mehr, als sie schon in der Knospe, also vor Oeffnung der Antheren, waren. Sobald die Griffel sich nun noch mehr ausbreiten, bewegen sich die Antheren auch schon wieder etwas nach aussen, so dass die Entfernung zwischen beiden immer beträchtlich bleibt. Am Ende der Anthese tritt jedoch regelmässig Autogamie durch centripetale Bewegungen der Staubblätter ein. Auch hier finden sich Blüthen, die viel stärkere

und sicherer zum Ziele führende Autogamie-Bewegungen erkennen lassen. In diesen häufen sich am Ende der Blüthezeit sämtliche Staubbeutel in einem förmlichen Knäuel über den Narben an. Die Zahl dieser Blüthen ist hier im Verhältniss zu den andern viel grösser, der Unterschied von jenen dagegen geringer, als bei *S. alpestre Villars*, weil auch jene gewöhnlichen Blüthen starke Selbstbestäubung ausüben. Es kommen jedoch unter denselben auch Blüthen vor, die gar keine Autogamie-Bewegungen mehr erkennen lassen. — Die Stempel sind vor Beginn ihrer Funktion etwas kürzer, als die Staubblätter, erreichen aber später ihre Länge. Die unter Krümmung verlaufende centrifugale Bewegung der Griffel kann hier sehr bedeutend werden; auch die Narben werden sehr weit nach aussen und gerade an die Stelle geschafft, wo vorher die stäubenden Antheren standen. — Alle die oben genannten Anpassungserscheinungen an Autogamie traten immer zu einer Zeit ein, wo noch frische Narben und wenig Blüthenstaub vorhanden war. Die Narben überdauern das Andröceum um kurze Zeit, an den Blüthen mit starker Autogamie dagegen immer um einen bedeutenden Betrag.

Die oben genannten, im Zimmer gezogenen Topfexemplare zeigten wiederum in allen Blüthen starke Anpassung an Selbstbestäubung, indem sich am Schluss der Blüthezeit sämmtliche Antheren an die Narben anlegten. Auch diese Bewegungen traten noch so früh ein, dass sie Erfolg hatten, indem alle Pflanzen ausnahmslos Früchte ansetzten, trotzdem ich einzelne vom Insektenbesuch abschloss.

8. Sedum acre L.

Untersucht von H. Müller (No. 56) in den Alpen, von Mac Leod (No. 52) in den Pyrenäen, von Knuth (No. 37) auf den nordfriesischen Inseln und von mir im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre im Juli 1901.

Die untersten Blüthen des dreifachen, zurückgekrümmten Wickels öffnen sich zuerst. Die 5 grünen Kelchblätter sind etwas fleischig, die gelben Kronblätter schlank, gerade, spitz zulaufend. Die letztern erreichen eine Länge von 8 oder 9 mm. Die Nektarien sind etwas heller gefärbte bis weissliche, ziemlich grosse, flache Schuppen, die unter den Fruchtblättern liegen und von diesen und den Wurzeln der Filamente überragt werden. Die bekannten Röhrenzugänge bilden sich hier nur sehr unvollkommen und nur zu unterst und am Anfang der Anthese aus. Später ist der Nektar nur schwach geschützt und von oben sichtbar, trotzdem die Staubblätter aufrecht stehen.

Da die von mir untersuchten Blumen eine wesentlich andere Geschlechterentwicklung durchmachten, als sie von Knuth (Handb. II. 1., p. 228) nach den oben genannten Untersuchungen angegeben wird, theile ich meine Beobachtungsresultate hier vollständig mit. — Zuerst bewegen sich die kelchständigen Filamente nach innen. Schon während diese nach innen stehen und ihre Antheren stäuben, die andern also noch nach aussen gerichtet und geschlossen sind, spreizen die Griffel schon ganz auseinander und sind auch schon mit empfängnissfähigen Narben versehen. Ich sah in diesem Stadium auch einige zufällige Berührungen zwischen den kelchständigen Staubblättern und den Narben. Nun kommen auch die andern Staubfäden nach innen und bewegen sich in den meisten Blüthen, gleich den kelchständigen, nachher nicht mehr nach aussen, wie bei den bisher besprochenen Arten. Alle verharren im Centrum der Blüthe und legen sich im weitern Verlauf ihrer Thätigkeit zum Theil nach innen an die Narben an. Seltener gehen die kelchständigen Staubblätter, nachdem die kronständigen schon einige Zeit gestäubt haben, wieder nach aussen, um dort ihr Stäuben noch zu beendigen. Wir sehen an diesen Blüthen sehr schön, wie die Bewegung der Staubfäden, die ursprünglich dazu diente, die stäubenden Antheren an dieselbe Stelle zu schaffen, wo zu einer andern Zeit die empfängnissfähigen Narben sich befinden, also Fremdbestäubung zu erleichtern, zu einem ganz andern Zweck, nämlich zur Autogamie am Ende der Blüthezeit, verwendet werden.

9. Sedum boloniense Loiseleur (sexangulare non L.). (Taf. V, Fig. 159—161.)

Die Blüthen dieser Art wurden bereits von Schulz (No. 63) beschrieben und von mir Anfangs Juli 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die 5 grossen, ovalen, fleischigen Kelchblätter erreichen nur $^1/_3$ der Länge der schlanken, gelben, mit einigen Adern versehenen Kronblätter. Die Honigschuppen liegen an den gewohnten Stellen und sind

gleich gebaut, wie bei den zuletzt beschriebenen Blüthen, nur im Verhältniss zur Länge etwas breiter. Der ziemlich reichlich abgesonderte Nektar wird hier weniger durch das Vorspringen der Fruchtknoten nach aussen, als durch das lange andauernde Zusammenneigen der Kronblätter, von dem wir unten noch sprechen werden, geborgen. — Später werden die Nektarien von den stark auseinander gebreiteten Fruchtknoten bedeckt.

Ich fand die nach Schulz protrandrischen Blüthen schwach protogynisch dichogam. Während die Griffel in früheren Knospenstadien noch zu einer Spitze zusammengeneigt sind, haben sie sich in spätern schon auseinandergespreizt, und ist ihre Oberfläche kurz vor der Oeffnung der Krone mit empfängnissfähigen Papillen versehen worden. Diese Oeffnung der Petalen vollzieht sich nur so stark, dass oben zwischen den noch ganz aufgerichteten und aneinander liegenden Kronblättern nur eine 3—4 mm weite Oeffnung als Zugang zum Honig entsteht. — Die Lebensdauer der Narben ist sehr kurz. Sie sterben nämlich schon lange bevor die Kronblätter weitere Bewegungen ausführen, und wenn kaum erst einige Antheren stäuben, oft sogar schon, wenn noch alle geschlossen sind, ab. Erst wenn auch die Antheren, die, wie die Griffelenden, oft seitlich an den noch knospenartigen Blüthen zwischen den Kronblättern hervortreten (Fig. 161), dem Ende ihrer Thätigkeit nahen, so breitet sich die Krone endlich tellerförmig aus, so dass ihr Durchmesser nun 8—9 mm beträgt. Die Fruchknoten, die jetzt meist schon Anschwellungen infolge der Reifungserscheinungen zeigen, spreizen nun sehr stark nach aussen, die Staubfäden, deren Antheren meist abgefallen, seltener nur entleert und verdorrt sind, folgen ganz den centrifugalen Bewegungen der Petalen, denen sie dicht anliegen. Die Blüthe bleibt in dieser Anordung ihrer Theile dann noch einige Zeit frisch. — Den Nutzen dieser enormen Veränderungen im Aussehen der Blüthe für diese selbst vermögen wir nicht einzusehen. Vielleicht traten sie bei den Vorfahren dieser Pflanze viel früher, d. h. nach dem Ende des ersten Stadiums der Blüthe ein und dienten so dazu, die beiden Geschlechtsstadien voneinander zu unterscheiden. Immerhin wird durch das nachträgliche Oeffnen der ältern Blüthen die Augenfälligkeit der ganzen Stöcke erhöht und auch den Insekten ein vergebliches Befliegen alter Blüthen erspart. — Im übrigen erinnern uns diese Blüthen in ihrem ersten Zustand lebhaft an diejenigen der unten zu beschreibenden Art *S. stoloniferum Gmel.*, bei welcher aber von diesem zweiten, geschlechtslosen Zustand, der sich bei *S. bolonieuse Loisl.* der Aufmerksamkeit des Beobachters noch vorwiegend aufdrängt, viel weniger mehr wahrzunehmen ist, weil er nur ganz kurze Zeit anhält. Sie erinnern auch an viele nahe verwandte Blüthen aus der Gattung *Sempervivum*, wie z. B. an die weiter unten behandelten Formen *S. Heuffeli Schott.*, *globiferum L.* und *hirtum L.*

10. Sedum Ibericum Stev.

Nicht bekannt. Vom 20.—30. August in Zürich nach frischem Material aus dem Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die nach der Fünf-Zahl gebauten Blüthen besitzen einen grünlich-weissen, kahlen Kelch, 10 bis 11 mm lange, schlanke, nach vorn spitz zulaufende, weisse Blumenblätter, die aber aussen einen rothen Anflug und einen schmutziggrünen Mittelnerv zeigen. — Der Nektarschutz ist unvollkommener, als bei der gleichzeitig untersuchten, oben beschriebenen *S. oppositifolium Sms.*, weil die Filamente, wenigstens im späteren Verlauf der Anthese, sich weniger als dort an die nur schwach vorgewölbten, gar nicht behaarten Fruchtknoten anpressen.

Die Blüthen sind viel weniger dichogam, als diejenigen der oben zum Vergleich genannten Art. Aehnlich wie bei der gleich zu besprechenden *S. stoloniferum Gmel.*, ist auch hier die Krone während der ersten Zeit der Anthese, nämlich solange das Andröceum allein in Funktion steht, nur schwach geöffnet. Autogamie scheint mehr zufällig und zwar auch schon einige Zeit vor Ende der Anthese einzutreten. Sie wird sonst dadurch verhindert, dass die stäubenden Antheren sammt den Kronblättern sich stark nach aussen zu bewegen beginnen, sobald die Griffel sich auseinander krümmen.

Ich beobachtete einige Blumen mit 2 Stempeln, die in den übrigen Blüthentheilen dennoch nach der Fünf-Zahl gebaut waren.

11. Sedum stoloniferum Gmel. (Taf. VI, Fig. 162.)

Ebenfalls noch nicht untersucht. Meine Beobachtungen wurden vom 16.—21. August 1901 in Zürich an frischen Exemplaren aus dem Garten der Linnaea in Bourg-St. Pierre (Wallis) gemacht.

Die Kelchblätter sind an den Spitzen grün, unten weiss und, wie alle übrigen Blüthentheile, in der Fünf-Zahl vorhanden. Abweichungen von dieser Zahl habe ich nicht beobachtet. Die 11—11,5 mm langen Kronblätter sind weiss, lassen aber oft einen Stich ins Rothe erkennen. Der Durchmesser der Blüthen beträgt im ersten Stadium ca. 12, später bis 20 mm. Die langen Antheren sind roth gefärbt. Obgleich die Differenz in der Höhe der Insertion der Staubfäden nur gering ist, so wird doch der von stark gebogenen Schüppchen abgesonderte Honig ziemlich gut geschützt, zumal während der ersten Hälfte der Anthese, wo das Gynäceum noch nicht funktionsfähig ist und die Kronblätter noch vertikal nach oben abstehen und unten eng an die nach aussen mässig gewölbten Fruchtknoten angepresst sind.

Die Blüthen von *S. stoloniferum Gmel.* sind ganz schwach narbenvorreif. Die Staubblätter überragen die Griffel während der ganzen Anthese ein wenig. Zuerst bewegen sich alle kelchständigen Staubfäden um einen ganz geringen Betrag nach innen und verstäuben. Wenn sie dem Ende ihrer Thätigkeit zugehen, biegen sie sich wieder so stark nach aussen, dass die nur noch wenig Pollen enthaltenden Antheren, ähnlich wie bei einigen unten zu besprechenden *Sempervivum*-Arten, zwischen den Blumenblättern nach aussen ragen. Erst jetzt beginnen auch die kronständigen Staubblätter in Thätigkeit zu treten. Die Griffel fangen gleich bei der Oeffnung der Blüthen an, sich auseinander zu bewegen und besitzen schon die ersten Papillen, wenn die kelchständigen Staubblätter ihre Bewegung nach aussen beendet haben. Dennoch erfolgt nun nicht etwa Selbstbestäubung durch Berührung der Narben mit den nahe an ihnen liegenden Antheren der kronständigen Staubfäden. Sobald diese nämlich stäuben, bewegen sie sich ebenfalls, gemeinsam mit den erst jetzt sich stärker öffnenden Kronblättern, nach aussen, und zwar so stark, dass ein grosser Zwischenraum zwischen ihnen und den Narben entsteht, obwohl die Griffel nach aussen gebogen sind. Bei dieser centrifugalen Bewegung der Petala gehen naturgemäss die tiefer unten und gar nicht an den Kronblättern inserierten kelchständigen Staubfäden weniger weit mit, als die innern. Jene stehen bald still und bewegen sich hierauf sogar wieder nach innen, um am Ende der Anthese, zu welcher Zeit sie meist noch etwas Blüthenstaub enthalten, mit mehr oder weniger grosser Sicherheit die Narben zu berühren.

12. Sedum album L.

Untersucht von H. Müller (No. 56 und No. 57), von Schulz (No. 63) und Loew (No. 47). Meine Beobachtungen wurden in Bourg-St.-Pierre vom 6.—10. August 1901 und am 17. August in Zürich an Topfexemplaren vom gleichen Ort ausgeführt.

Alle Blüthen sind 5zählig; ich fand keine Abnormitäten in dieser Hinsicht. Die Petalen sind weiss und besitzen eine rothe Mittelline und an ihrer Basis oft einen röthlichen Anflug. Die Kronblätter sind fleischig und grünlich, die Stempel röthlich oder weiss. Der Durchmesser der Blüthe beträgt 8—9 mm. — In Bezug auf den Bau der Nektarien und den Grad der Honigbergung verweise ich auf die Figuren in H. Müllers „Alpenblumen“ (p. 80, Nro. 56).

Obgleich auch meine Blüthen, wie diejenigen Müllers, durch ausgeprägte Protrandrie Autogamie ausschlossen, so will ich doch die Entwicklung der Geschlechtsorgane der erstern schildern, da sich hier sehr schön zeigt, wie fein die ganze Blütheneinrichtung darauf abgestimmt ist, Autogamie zu verhindern. — In der Knospe überragen die Griffel an den von mir beobachteten Blüthen die Staubblätter um einen geringen Betrag. Später verschwindet aber diese Differenz immer, ja sie kehrt sich häufig sogar in das Gegentheil um. Nach erfolgter erster, noch nicht vollständiger Oeffnung der Krone bewegen sich die kelchständigen Staubblätter nach innen und eröffnen ihre Funktion. Wenn sie einige Zeit dort gestanden haben, so kehren sie, immer noch stäubend, wieder zur Peripherie der Krone zurück. Gleichzeitig wandern nun die andern Antheren gegen das Centrum der Blüthe und beginnen auch zu stäuben. In dem Moment, wo die Griffel sich nun auseinander zu bewegen beginnen, gehen auch diese Staubblätter wieder zurück, und zwar so rasch, dass sie niemals von den Griffelenden, die sich während ihrer Bewegung mit Papillen

bedecken, eingeholt werden, also Selbstbestäubung vermieden wird. (Bei Müllers Exemplaren trat die Oeffnung der Griffel erst etwas später ein.)

Die in Töpfen nach Hause genommenen Exemplare verhielten sich anfangs ganz gleich, wie die eben beschriebenen. Die Blüthen aber, die nun erst hier sich öffneten, zeigten deutlich einen geringern Grad von Protrandrie. Die nach dem Stäuben wieder nach aussen wandernden Antheren der kronständigen Staubblätter wurden von den sich krümmenden und nach aussen spreizenden Griffeln erreicht und kamen mit den Narben derselben in Berührung, bevor sie an der Peripherie der Blüthe anlangen konnten. Ferner liessen sich hier auch ziemlich häufig deutliche centripetale, Autogamie bewirkende Bewegungen der Staubfäden am Ende der Anthese wahrnehmen. Ich bemerke ausdrücklich, dass auch diese Bewegungen vielleicht auf Kosten der veränderten äussern Bedingungen, wie Temperatur, Licht oder Feuchtigkeitsgrad des Bodens gesetzt werden können, obwohl ich diese Bedingungen möglichst natürlich zu gestalten suchte, und dass eine direkte Bewirkung durch den Mangel an Kreuzungsvermittlern hier noch durchaus nicht bewiesen ist. Immerhin lässt sich an diesen Vorgängen doch erkennen, wie rasch die Entwicklung der Sexualorgane niedriger Blüthen durch äussere Agentien beeinflusst werden kann.

13. Sedum album L. var. micranthum (S. Clusianum auct.)

Diese Abart, kenntlich an den weniger fleischigen, meist stärker aufgeschossenen und oft blattlosen Stengeln und etwas kleinern Blüthen mit weniger fleischigen Kelchblättern unterscheidet sich auch blüthenbiologisch von *S. album L.* Ich fand sie am 7. August 1901 bei Aosta und am 9. August 1901 auf der Passhöhe des Grossen St. Bernhard, wo sie einen etwas niedrigern Wuchs, als an dem erstgenannten Fundorte zeigte.

Der Durchmesser der ganz geöffneten Krone beträgt nur 6 mm. Die Petala sind weiss, mit meist bräunlichem, seltener grünlichem oder rothem Mittelnerv, die Antheren dunkelbraun, die Nektarien sehr klein und ganz unter dem Fruchtknoten verborgen das Gynäceum meist weiss.

Die Blüthen dieser Varietät sind weniger dichogam, als diejenigen ihrer Stammart: Die im Moment des Oeffnens der Krone noch zu einer Spitze zusammenneigenden Griffel beginnen sich schon vor dem Stäuben der Antheren zu öffnen, und die Narben bilden sich nur kurze Zeit nach Beginn des Stäubens aus. Es legen sich meist alle Staubbeutel an die Narben an und bewirken Autogamie. Die Narben überleben das Andröceum auch nur um einen ganz geringen Betrag. — Die auf dem Grossen St. Bernhard beobachteten Blüthen waren zum Theil vollständig homogam; wenige waren schwach protrandrisch, einige auch schwach protogynisch.

14. Sedum hispanicum L. (S. glaucum W. K.) (Taf. VI, Fig. 163—164a.)

Ich fand am 1. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre eine als *S. olympicum* bezeichnete Art, die aber wahrscheinlich eine Form der auch morphologisch stark abändernden, blüthenbiologisch noch unbekannten *S. hispanicum L.* ist.

Die Blüthen sind 6zählig, mit einem Durchmesser von ca. 9 mm. Die immer nur mässig stark geöffneten, 6 mm langen Blumenblätter sind weisslich und besitzen nur eine schwache, röthliche Mittellinie. Die Staubblätter sind carminroth, die kurz behaarten Stempel weiss bis röthlich.

Die kronständigen Staubfäden tragen an ihrem untern Ende grosse, rautenförmige Honignäpfe, die während der ganzen Anthese von oben sichtbar sind und wohl gleichzeitig als Schauapparat funktionieren. Diese Staubblätter bleiben immer aussen in der Blüthe, nahe den Petalen, stehen, während die zuerst aufbrechenden, über den Kelchblättern inserierten, sich sofort nach der Oeffnung der Krone über das Blüthencentrum neigen, um dort während der ganzen Anthese zu verharren.

Die Blüthen sind protogynisch. Die Griffel neigen schon in der Knospe auseinander und tragen dann auch am reichlichsten Papillen. Nach der Oeffnung funktioniert das Gynäceum nur noch kurze Zeit. Dann sterben die Narben rasch ab, nachdem sie in vielen Blüthen noch mit einigen der nach innen geneigten, bereits etwas stäubenden, kelchständigen Stamina zur Berührung gelangt sind. Es scheinen hier wirklich die kronständigen Staubblätter ausschliesslich zur Allogamie, die kelchständigen dagegen ausschliesslich zur Autogamie prädisponiert zu sein. Trotzdem tritt Berührung der letztern mit den Narben nicht immer ein. — Diese Blüthen, sowie etwa noch diejenigen der im Anschluss an diese Beschreibung

besprochenen Art, sind die einzigen von mir beobachteten *Crassulaceen*blüthen, in denen der eine Staubblattkreis nur der Selbstbestäubung, der andere ausschliesslich der Kreuzung dient. Kerner will diese Arbeitsteilung zwischen den beiden Staubblattkreisen auch noch beobachtet haben bei *S. annuum L., atratum L., dasyphyllum L., Sempervivum montanum L., ruthenicum K.* u. a. Andere Autoren melden nichts von dieser Erscheinung.

15. Sedum boreale h. (Taf. VI, Fig. 165 und 166.)

Ich studierte die unter diesem Namen aufgeführten, auf jeden Fall biologisch noch unbekannten Blüthen im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre am 3. August 1901.

Die Blüthen sind etwas kleiner (Durchmesser 6 mm), als die zuletzt beschriebenen, gleichen jenen aber sonst sehr. Die rel. breiten, 3 mm langen, weisslichen, innen mit schmutziggrünem Mittelnerv und oft röthlicher Spitze, aussen mit braungrüner Basis und Spitze versehenen Kronblätter öffnen sich auch hier nicht sehr stark. Die kleinen Kelchblätter sind hellgrün, die Filamente weiss, die Antheren carminroth gefärbt. Das anfangs grünweisse, mit schmutzfarbenen Stricheln versehene Gynäceum färbt sich bei beginnender Reifung, besonders an den um den centralen Hohlraum gelegenen Theilen, roth.

Die Nektarien stellen hier nur kleine, wegen des Ueberragens der Fruchtknoten von keiner Seite sichtbare, an der bekannten Stelle gelegene Schüppchen dar. Die Differenz in der Höhe der Insertion der Staubfäden ist etwas bedeutender und die kelchständigen Staubblätter legen sich noch enger an die Fruchtknoten an, als bei *S. hispanicum L.*, so dass sie die verschiedenen Nektarien voneinander abgrenzen und getrennte Zugänge zu denselben herstellen. Die Bergung des Nektars ist demnach ziemlich gut, und die Blumen sind zu der Müller'schen Klasse AB. oder sogar B. zu zählen, während in den Blüthen der zuletzt beschriebenen Art der Honig ganz offen daliegt.

Anfangs neigen auch die kronständigen Staubblätter nach innen, stäuben dort aber nur kurze Zeit und gehen dann wieder zur Peripherie zurück, während gleichzeitig die über den Petalen inserierten dieselbe Bewegung ausführen und die bereits auseinandergespreizten Griffelenden sich mit Papillen bedecken. In einigen wenigen Blüthen sah ich schon in diesem Stadium durch die kronständigen Staubblätter Selbstbestäubung eintreten. Gewöhnlich gehen aber diese, immer noch stark stäubend, wieder nach aussen und bleiben dort noch einige Zeit zum Zwecke der Vermittlung der Allogamie anderer Blüthen in Thätigkeit, während die kelchständigen, ebenfalls noch mit ziemlich viel Pollen behaftet, gleichzeitig wieder nach innen wandern, und sich dann meist an die etwas länger lebenden Narben anlegen. Dabei liess sich in vielen Fällen mit aller Sicherheit die Wahrnehmung machen, dass diejenigen Blüthen, deren kelchständige Staubgefässe sich nicht an die Narben anlegten, ein ganz abnorm lange frisch bleibendes Gynäceum besassen, was leicht zu erklären ist, wenn man bedenkt, dass die Blüthen wegen der sehr schlechten, regnerischen Witterung so gut wie gar nicht besucht wurden.

16. Sedum brevifolium DC. (Taf. VI, Fig. 167.)

Die Blütheneinrichtung dieser Art ist noch nicht bekannt. Ich studierte dieselbe am 9. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre.

Die Blüthen haben einen Durchmesser von 8 mm und gleichen im Habitus denjenigen von *S. album L.* Ihre Kronblätter sind weiss, mit breiter, vertiefter, rother Mitte. Die Antheren schwarzbraun, die Filamente, sowie das Gynäceum, röthlichweiss. Das letztere wird aber später, und zwar zuerst an den innern Wandungen, carminroth, wodurch sich das Aussehen der Blüthen stark verändert. — Da die Krone stark geöffnet und die Differenz in der Höhe der Insertion der beiden Staubfadenkreise unbedeutend ist, da überdies die kelchständigen Staubblätter nicht tief zwischen die Fruchtknoten hineingreifen, so ist der von kleinen, trapezförmigen, dunkelbraunen Schuppen abgesonderte Honig nur ganz mässig geborgen, trotzdem er von den stark ausgebauchten Wandungen der Fruchtknoten überwölbt wird.

Zuerst neigen sich die kelchständigen Staubfäden in ziemlich langsamer, jedoch noch deutlich erkennbarer Reihenfolge nach innen, um dort zu stäuben. Noch bevor sie wieder zurückgegangen sind, bewegen sich in gleicher Weise auch die andern gegen das Centrum der Blüthe und beginnen ihre Funktion.

Wenn die erstgenannten Staubblätter sich auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit befinden, breiten sich auch die Griffel, die in der Knospe noch zu einem spitzen Kegel zusammengeneigt waren, etwas aus. In ihre endgültige Stellung gehen sie aber erst, wenn auch die kronständigen Staubblätter sich wieder nach aussen bewegen, also keine Berührung der beiderlei Sexualorgane mehr möglich ist. Eine solche Berührung sah ich thatsächlich meistens gar nie eintreten. Gewöhnlich bleibt zwischen den Narben und den nächsten Antheren noch ein Abstand von 1—2 mm. — Erst wenn alle Antheren entleert sind, bilden sich an den nun ganz auseinander gespreizten Griffeln auch die Narben, während sich gleichzeitig die einander zugekehrten Innenseiten der Stempel roth färben. — Die Blüthen von *S. brevifolium DC.* sind also sehr stark protogyn. Dabei ist noch zu bemerken, dass das männliche Stadium infolge des langsamen Beginns der Funktion der einzelnen Staubblätter und der grossen zeitlichen Differenz, die auch zwischen dem Verstäuben der beiden Staubblattkreise besteht, viel länger dauert als das weibliche. — Im zweiten, weiblichen Stadium schliesst sich die von Anfang an stark geöffnete Krone oft wieder etwas. — Autogamie ist natürlich ausgeschlossen. — Nach eingetretener Befruchtung färben sich auch die übrigen Theile des Gynäceums carminroth, während die Fruchtknoten anzuschwellen beginnen.

17. Sedum Kamtschaticum Fisch.

Blüthenbiologisch noch nicht bekannt; — wurde von mir Anfangs Juli 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel in Zürich und am 30. Juli im Garten der Linnaea in Bourg-St.Pierre untersucht.

Die Blüthen im Garten des Herrn Fröbel waren ausnahmslos nach der Sechs-Zahl, diejenigen in Bourg-St.-Pierre sehr häufig auch nach der Fünf-Zahl gebaut. Die Blumenfarbe ist chromgelb bis orangegelb; das Gynäceum färbt sich später roth bis dunkelcarmin. Die Kelche sind mit Ausnahme der braunrothen Spitzen, grün gefärbt. Die Blüthen messen 9 mm im Durchmesser; die Länge der schlanken, spitzen, nur aussen mit einer dunkler gelben Mittellinie gezeichneten Kronblätter betrug in Bourg-St.-Pierre 5—6, bei den Fröbel'schen Exemplaren ca. 8 mm. Die Griffel, die, wie in den meisten bisherigen Fällen ohne einen centralen Hohlraum aneinanderschliessen, krümmen sich hier nur wenig nach aussen. Die Nektarien liegen an der Wurzel der Fruchtknoten und sind in tangentaler Richtung langgezogen, in radialer ganz schmal. Der Nektar wird durch das Eingreifen der Wurzeln der kelchständigen Staubblätter zwischen die Fruchtknoten und durch die Verwölbung der äussern Wandungen der letztern von aussen unsichtbar gemacht, ist aber kurzrüsseligen Insekten doch noch zugänglich.

Die Fröbel'schen Blüthen waren so stark protogynisch (alle Narben tot, wenn die ersten Staubbeutel sich öffneten), dass Autogamie meist ganz ausgeschlossen war. Nur in einzelnen seltenen Blüthen habe ich sie bei Beginn der Thätigkeit der Antheren durch Zufall eintreten sehen. Die Narbenpapillen bilden sich erst nach der Oeffnung der Krone. Das weibliche Stadium dauert lange, während die Staubgefässe sich in ziemlich schneller Reihenfolge entleeren.

Die in Bourg-St.-Pierre untersuchten Blüthen dagegen waren nur schwach protogyn. Selbstbestäubung war hier zeitlich möglich und es traten die sie herbeiführenden Bewegungen der Staubfäden auch immer und rel. zeitig ein. Die Staubblätter entwickelten sich etwas langsamer, als bei den Fröbelschen Blüthen.

18. Sepervivum tectorum L. (Taf. VI, Fig. 168.)

Es liegen bereits von H. Müller (No. 56) und von Schulz (No. 63) ausführliche Beschreibungen der Blütheneinrichtungen dieser Pflanze vor. Von mir wurde sie vom 28.—30. Juli 1901 in der Umgebung von Bourg-St.-Pierre (Wallis) beobachtet.

Ich konstatierte, dass die Zahl der Blüthentheile ohne starke Schwankungen 13 beträgt. Die Petalen messen in der Länge 9—10 mm. Ihre Färbung ist ein schmutziges Roth, welches durch zahlreiche, in der Längsrichtung verlaufende, kleine, rothe Striche auf röthlich- bis gelblich-weissem Untergrund zu Stande kommt (Fig. 168). Die Kronblätter sind an der Aussenfläche, besonders in der Mittellinie, etwas behaart. — Die Nektarien stellen kleine, gestielte, runde Körper an der Basis der Fruchtknoten dar, die von den vorgebogenen Aussenseiten der letztern überwölbt werden. Der Honig wird ferner dadurch geschützt, dass

die innern, mit den Fruchtknoten alternierenden Staubfäden weit unten im Blüthengrund entspringen, während die kronblattständigen höher oben an dem betreffenden Blumenblatt eingefügt sind und zwischen sich und dem Fruchtknoten gewöhnlich einen röhrenförmigen Hohlraum offen lassen. Jede dieser Röhren, die allgemein bei der Gattung *Sempervivum* viel vollkommener entwickelt sind, als bei *Sedum*, ist zu beiden Seiten begrenzt von 2 innern Staubfäden, nach innen vom Fruchtknoten und nach aussen von einem der höher inserierten Filamente, das oft, besonders am Anfang der Anthese, oben wieder an den Fruchtknoten angedrückt ist und so die Röhre dort sogar verschliesst. Durch diese Vorrichtung werden die besuchenden Insekten (Bienen und Hummeln) genöthigt, ihren Saugrüssel so viel mal in die Blüthe hineinzustecken, als derartige Röhren vorhanden sind, wenn sie allen Honig ausbeuten wollen. Dem entspricht auch das thatsächliche Verhalten der die Blüthen besuchenden Insekten. Diese führen nämlich, ganz ähnlich wie wir das später bei andern *Sempervivum*-Arten beschreiben werden, auf der Blume drehende Bewegungen aus und heben und senken dabei ihren Vorderkörper wiederholt, um ihren Saugrüssel in die einzelnen Honigröhren hinabzusenken.

In der Knospe liegen die Staubblätter nebeneinander, so dass dann leicht zu konstatieren ist, dass die den Blumenblättern opponierten äussern um $^3/_4$—1 Antherenlänge kürzer erscheinen, als die innern, obwohl sie doch höher oben entspringen, als jene. Dieser Längenunterschied reduziert sich etwas im Verlauf der Anthese, bleibt aber immer bestehen. — Ueber die Entwicklung der Sexualorgane gilt auch für die von mir untersuchten Exemplare Müllers Beschreibung.

19. Sempervivum arachnoideum L. (Taf. VI, Fig. 169.)

Es liegen bereits Notizen von Untersuchungen, die H. Müller (No. 56) in den Bündneralpen machte, sowie Angaben von Schulz (No. 63) nach Untersuchungen in Tirol. Meine Beobachtungen wurden vom 29. Juli bis am 2. August 1901 bei Liddes (Wallis), am 7. August bei Aosta und am 10. August auf dem Grossen St. Bernhard (Hospiz) gemacht.

Die Blumen sind nach der Zehn-Zahl gebaut. Der Kelch ist hellgrün und kurz behaart. Einzelne Haare sind mit Drüsenknöpfen versehen. Die Kronblätter sind sehr breit, ihre Länge beträgt ca. 10, der Durchmesser der Krone 15—20 mm. Die Färbung der Krone ist carminroth, mit dunklerer Mittelfurche. — Der Nektar wird weniger gut geschützt, als bei *S. tectorum L.*, da sich die Filamente unten weniger an die Fruchtknoten anpassen. Für *S. arachnoideum L.* sind ferner charakteristisch die nur undeutlich von der Basis des Fruchtknotens abgesetzten, flachen Nektarien.

Ueber die Lage und Länge der Staubfäden in der Knospe gilt hier und bei den später zu beschreibenden Arten das bei *S. tectorum L.* Gesagte. — Die Krone öffnet sich bei Beginn der Anthese noch nicht vollständig. Die unten inserierten Staubblätter stehen in mehr centraler Stellung als die andern und beginnen zu stäuben, während sie sich gleichzeitig schwach nach aussen bewegen, ohne aber den äussern Staubblattkreis zu erreichen. Die beiden Staubgefässkreise kommen erst dadurch auf gleiches Niveau zu liegen, dass sich nun auch die äussern Staubblätter vor Beginn ihrer Thätigkeit etwas bewegen, und zwar nach innen. Wenn alle Staubgefässe sehr stark mit Pollen beladen sind und stäuben, so beginnen sich die an ihren Enden von Anfang an roth gefärbten Griffel auseinander zu krümmen. Gleichzeitig öffnet sich aber auch die Krone stärker und die beiden Staubblattkreise gehen gemeinsam ebenfalls noch weiter nach aussen, so dass eine Berührung mit den Narben in diesem Stadium noch nicht eintreten kann. Die Staubfäden bewegen sich so lange, bis die Antheren ganz auf den nun weit geöffneten, aussen sogar oft ganz schwach zurückgekrümmten Petalen liegen. Die Griffelenden haben sich nun mit Narbenpapillen bedeckt und sind gerade bis an diejenige Stelle vorgerückt, an der sich vorher die beiden Kreise stäubender Antheren befanden. In welcher Weise diese feine, auch bei den Arten von *Sedum* allgemein vorkommende Einstellung der funktionierenden Sexualorgane Allogamie bewirkt, wird erst bei der unten besprochenen Art *S. alpinum Gris.* genauer erörtert werden.

Die bei Aosta gefundenen, etwas blasser roth gefärbten Blüthen hatten in ganz geöffnetem Zustande nur einen Durchmesser von 14 mm. Die ganze Pflanze war auch niedriger: nur ca. 1 dm und die Blüthentheile waren jeweils nur zu 8 vorhanden. Wenn die Antheren zum ersten Mal in einen gemeinsamen Kreis eingestellt waren (s. oben) und stäubten, so hatte dieser Kreis einen Durchmesser von 6—7 mm.

— Die Bewegungen der Staubfäden spielten sich hier, wohl infolge der geringern Grösse der Blüthen und eines andern Besucherkreises (s. unten d. Zusammenfassung) etwas anders ab, als bei den zuerst beschriebenen Exemplaren. Die in der Knospe ebenfalls tiefer unten und weiter aussen stehenden Antheren der äussern, kronständigen Staubblätter bewegen sich bei beginnender Oeffnung der Krone so lange nach innen, bis sie zwischen den andern vorbeigegangen sind und nun noch weiter innen stehen als diese. Dann treten sie in Funktion. Bald darauf beginnen auch die aussen gebliebenen, über den Kelchblättern inserierten, innern Staubfäden centripetale Bewegungen auszuführen und zwar so lange, bis ihre Antheren in denselben Kreis mit den zuerst genannten einrücken, wozu hier natürlich keine so starke Bewegung nöthig ist. Nun beginnen die Griffel voneinander zu weichen, die Krone öffnet sich stärker und die Staubgefässe wandern mit zur Peripherie der Blüthe, um die Berührung mit den Narben zu vermeiden. — In einzelnen Blüthen tritt die centrifugale Bewegung der Griffel früher ein. Da beginnen dann aber auch die sekundäre Oeffnung der Krone und die Wanderung der Staubblätter nach aussen entsprechend früher, so dass die kelchständigen Staubblätter meist gar nicht mehr die Zeit haben, nach innen zu gehen. Obschon sie nun in ihrer Bewegung zum Rand der Blüthe einen Vorsprung vor den kronständigen Staubfäden haben, werden sie dann von diesen doch eingeholt, da dieselben ziemlich hoch oben an den Petalen inseriert sind und darum durch die sich öffnende Krone rasch mitgezogen werden. Autogamie trat auch in diesen Blüthen nicht ein. Höchstens ganz zufällige Berührungen der Sexualorgane habe ich gelegentlich wahrnehmen können. — In allen diesen bei A o s t a studierten Blumen tritt die Bewegung der Griffel etwas früher ein. Darum müssen dann auch die Staubblätter früher nach aussen gehen, und daraus erklärt sich die Thatsache, dass bei diesen Exemplaren die Antheren während des grössten Zeitraumes ihrer Thätigkeit aussen, nahe den Petalen, stehen.

Die Blumen von der Passhöhe des G r o s s e n S t. B e r n h a r d sind im Verhältniss zu den vegetativen Theilen und absolut wieder bedeutend grösser (Länge der Petala 10—12, Durchmesser der Krone 17—19 mm) und ziemlich dunkler gefärbt, als diejenigen von A o s t a und zeigen, was ich auch bei L i d d e s, O r s i è r e s und sogar bei dem nur 8—900 m tiefer gelegenen B o u r g - S t. - P i e r r e (W a l l i s) nie fand, Einrichtungen, welche die Autogamie befördern. Die kelchständigen Staubblätter beginnen ihre Thätigkeit in der Stellung, die sie beim Oeffnen der Blüthe inne hatten. Der Radius ihres Kreises beträgt in diesem Zeitpunkt 4—5 mm. Wenn diese Staubgefässe auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit stehen, so beginnen auch die weiter aussen stehenden kronständigen Staubblätter zu stäuben. Der Durchmesser des Kreises derselben beträgt 9—10 mm. Sie bewegen sich nicht nach innen, da die Blüthenblätter sich schon bei Beginn ihrer Funktion flach geöffnet haben und jene nun nach aussen mit sich fortreissen. Dies ist zur Vermeidung der Selbstbestäubung auch zweckmässig; denn sobald alle Antheren der kronständigen Staubfäden ihre Funktion begonnen haben, hebt auch die Auswärtsbewegung der Griffel an, die bei diesen Blüthen recht schnell vor sich geht. Gleichzeitig wandern die im Centrum gebliebenen kelchständigen Staubblätter nach aussen. Diese Bewegung vollzieht sich nun aber meist so langsam, dass Berührung mit den Narben eintritt, welche sich schon gebildet haben, als die Antheren der kelchständigen Staubfäden noch, wie oben beschrieben, einen Kreis von 4—5 mm Durchmesser bildeten. Ich beobachtete an fast allen Blüthen dieses Standortes Autogamie, an den Blumen zweier Stöcke sah ich sogar regelmässige Berührung aller Antheren der kronständigen Staubblätter mit allen 5 Narben. Zur Zeit, wo eine derartige Berührung eintreten kann, sind die Kronblätter weit geöffnet, meistens sogar aussen etwas zurückgebogen. — In diesen Blüthen sind die kronständigen Staubblätter sowohl zur Autogamie als auch zur Allogamie besser geeignet, als die andern, da gewöhnlich nur sie die beschriebenen Bewegungen und Berührungen mit den Narben vollziehen und da gewöhnlich auch nur sie die anfängliche Bewegung nach innen ausführen, um ihre stäubenden Antheren an den gleichen Ort in der Blume zu bringen, wo nachher die Narben stehen.

Ich fand nun am letztgenannten Standort, und zwar, im Gegensatz zu den oben beschriebenen, stark autogamierenden Exemplaren, an den gleichen Stöcken mit den gewöhnlichen, soeben beschriebenen noch einige wenige, viel stärker protrandrische Blüthen. An diesen waren sämmtliche Griffel noch zu einer Pyramide zusammengeneigt, wenn die Kronblätter bereits weit geöffnet, oder sogar etwas

zurückgebogen waren und die Antheren schon alle weit aussen in einer Reihe standen und sich auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit befanden. Hier war natürlich Autogamie noch viel sicherer ausgeschlossen.

Die von Gremli (No. 22) unter dem Namen

20. Sempervivum piliferum Jord. (S. Pilosella L. ?) (Taf. VI, Fig. 170.)

bezeichnete Form untersuchte ich am 30. und 31. Juli und 1. August 1901 in den Geröllhalden ob Liddes und Orsières (Wallis).

Die Zahl der Blüthentheile an 9 verschiedenen normalen Exemplaren betrug 11, 12, 13, 12, 13, 11, 12, 12, 11, der Durchmesser der Krone 20—24, die Länge der unten und in der Mittellinie dunkler carminroth und aussen hellroth gefärbten und unbehaarten Petala 11 mm. Die Krone ist im allgemeinen dunkler gefärbt, als bei *S. tectorum L.*, doch nicht so tief roth, wie bei *S. arachnoideum L.* Die Antheren sind dunkel braunroth, die Filamente dunkel carminroth gefärbt. Die kelchständigen Staubfäden greifen auch hier unten stark zwischen die vorgewölbten Aussenwände der Fruchtknoten hinein. Fruchtknoten, Filamente und Innenseiten der Petala sind unten schwach behaart; der Honigschutz ist ebenso vollkommen, wie z. B. bei der nachfolgend beschriebenen *S. alpinum Gris.*

Ueber die Stellung der Staubfäden und ihrer Antheren in der Knospe gilt das oben Gesagte. Im Knospen-Stadium überragen die Griffel die Antheren noch ein wenig. Die kelchständigen Staubblätter gehen bei der Oeffnung der Krone nur ganz schwach nach aussen, so dass der Durchmesser dieses Staubblattkreises ca. 7 mm beträgt, während der des äussern 10 mm misst, da diese Staubblätter, zusammen mit der Krone, sich stärker gegen die Peripherie der Blume hin bewegt haben. Der Durchmesser der Krone beträgt jetzt 18 mm. In dieser Stellung beginnen die beiden Kreise zu stäuben. Nach einiger Zeit krümmen sich nun die Griffel, und ihre Enden bewegen sich nach aussen und zwar so lange, bis ihr Abstand vom Blüthencentrum ebenfalls ca. 3,5 mm beträgt. Gleichzeitig wandern nun auch die innen stehen gebliebenen Antheren der kelchständigen Staubblätter nach aussen und es folgen hernach die andern so schnell, dass nur selten und mehr zufällig Selbstbestäubung erfolgt.

21. Sempervivum alpinum Gris. (Taf. VI, Fig. 173—175 a.)

Hier zum erstenmal beschrieben und zwar nach Untersuchungen, die Ende August 1900 am Montalin (Kt. Graubündten) ausgeführt wurden.

Der centrifugal sich entwickelnde Blüthenstand ist dichter, als bei vielen andern Arten, z. B. dem unten beschriebenen *S. Wulfeni Hoppe,* wo er dagegen horizontal weiter ausgebreitet ist, als hier. Die Blüthen sind, wie bei den andern Arten, actinomorph gebaut und so auffällig, dass sehr reicher Insektenbesuch eintritt. Durchmesser 23 mm. Die Zahl der Blüthentheile schwankt um den Mittelwert 13; Staubblätter sind, wie immer, doppelt so viel vorhanden. Dimensionen der Kronblätter 9,5×2,5 mm. Die Kelchblätter sind, wie die Stengel und die grundständigen Blattrosetten, drüsenhaarig. Die Kronblätter zeigen an ihren Rändern, mit Ausnahme des obersten Theiles, ebenfalls eine lichte Behaarung, die jedoch nicht drüsiger Natur ist. Sie sind hellroth gefärbt. In der Mitte ihrer Oberseite tragen sie eine aus feinen, carminrothen Strichen bestehende Längslinie, die sich bei vielen Exemplaren gegen die Blattbasis zu länglich-dreieckigen, oft tief carminrothen Flecken verbreitert und als treffliches Saftmal wirkt. — Die Nektarien sezernieren reichlich und sitzen aussen am Grunde eines jeden Fruchtknotens, von diesem und den oben eng an sie anschliessenden Filamenten überwölbt. Da die innern Staubfäden an ihrer Basis tief zwischen die Fruchtknoten hineingreifen, so entsteht über jedem Nektarium eine förmliche Röhre, so dass das Insekt genöthigt wird, 13mal seinen Vorderkörper in den Blüthengrund hineinzusenken. Diese Röhren sind tiefer als bei *S. arachnoideum L.* oder *S. piliferum Jord.,* ja noch vollkommener als bei *S. tectorum L.*, jedoch kaum so gut wie bei *S. Wulfeni Hoppe*, da hier die in Frage kommenden Blüthentheile auch noch ziemlich stark behaart sind.

Die Filamente sind oben roth, nach unten weisslich, radial etwas platt gedrückt und innen, längs der Kante und an der Basis etwas behaart. Die seitlich gelegenen, spaltförmigen Oeffnungen der grossen, basifixen Antheren werden, wie bei den übrigen Arten, so gross, dass die beiden Pollentaschen

vorn und hinten zur Berührung kommen und jede Anthere rechts und links eine vollständig mit Pollen bedeckte Fläche darbietet. — Die Staubfäden sind, wie bei den andern Arten, obdiplostemonisch angeordnet; die innern sind etwas länger, als die äussern, kronständigen. — Die unregelmässig concentrisch geordneten Stempel bestehen je aus einem oberständigen, dreikantigen, behaarten Fruchtknoten und einem anfangs ziemlich gerade nach oben abstehenden dünnen Griffel, der sich aber im zweiten Stadium der Blüthe nach Form und Grösse verändert. Auch dieses sind allgemein bei *Sempervivum* vorkommende Merkmale.

Die Blüthen sind auch hier protrandrisch. Obgleich sich die Narben zu einer Zeit entwickeln, wo die kürzern Staubfäden noch ganz schwach stäuben, ist dennoch spontane und indirekte Autogamie ausgeschlossen, erstere durch die Bewegungen der Sexualorgane, letztere, allerdings mit weniger Sicherheit, durch das Verhalten der eigentlichen Besucher, der Hummeln. — Bei unserer Art rücken zuerst die längern, innern Staubfäden nach aussen, bis sie auf demselben Kreis mit den kürzern stehen, und beginnen alsdann zu stäuben, worauf bald auch die Antheren des äussern Kreises sich öffnen. Während diese noch stäuben, neigen sich die Griffel unter Streckung stark nach aussen und beginnt zuletzt auch die Entwicklung der Narben. Beide Staubblattkreise, der äussere jetzt nur noch schwach stäubend, rücken nun noch weiter nach aussen, während sich gleichzeitig auch die Blumenblätter noch mehr auseinanderneigen, so dass immer ein beträchtlicher Zwischenraum zwischen den Staubbeuteln und den Narben erhalten bleibt.

Betrachten wir eine die Blumen von *S. alpinum Gris.* besuchende Hummel — denn dies sind die eigentlichen Bestäuber und weitaus die häufigsten Gäste —, so sehen wir sie in jüngern Blüthen auf die Spitzen (Fig. 174 und 174 a), in ältern auf die Umbiegungsstellen der Griffel (Fig. 175 und 175 a) aufliegen. Da nun aus den beschriebenen Grübchen Honig entnommen werden soll, so neigt das Insekt seinen Vorderkörper über die Mitte der Blume und beutet die seinem Standort gegenüber gelegenen Nektarien aus, wobei es, wie früher bereits erklärt wurde, seinen Körper abwechselnd heben und senken muss. Dabei dreht es sich auf der Blüthe herum und erhält nun durch die jetzt auf gemeinsamem Niveau stehenden und stäubenden Antheren, die es mit der Unterseite seines Körpers drückt und reibt, an jener Stelle einen Querstreifen von Blüthenstaub. An den sorgfältig von der Blüthe abgehobenen Thierchen lässt sich derselbe gut wahrnehmen. Die seitlichen Oeffnungen der Staubbeutel und die Klebrigkeit des Pollens begünstigen diese Art des Pollensammelns ausserordentlich, ebenso auch das dichte Haarkleid an der Unterseite des Abdomens der Hummeln.

22. Sempervivum Wulfeni Hoppe. (Taf. VI, Fig. 176—180.)

Es liegen Untersuchungen und Besucherlisten vor von H. Müller (No. 56) und Schulz (No. 63). Ich habe die Blumen Ende August 1900 im Versuchsgarten der eidgen. Samenkontrollstation auf der Fürstenalp bei Chur beobachtet. — Alle Verhältnisse, die gleich sind, wie die entsprechenden bei *S. alpinum Gris.* oder andern Arten, oder auf deren Verschiedenheit dort schon hingewiesen wurde, sind hier nicht mehr angegeben.

Der Durchmesser der Blüthen beträgt 33 mm, die Zahl der Blüthentheile im Mittel 15. Die Petalen sind schwefelgelb und mit einer rothen Basis versehen. Die hellgelben, hier etwas kleinern Staubgefässe drehen sich oft, so dass die Pollentaschen sich unzweckmässig nach innen und aussen wenden, was offenbar Schulz zu der Ansicht geführt hat, dass dies immer so sei. — Die beiden Reihen von Staubgefässen stehen anfänglich fast in derselben Entfernung vom Centrum. Es rücken fast unmittelbar nach dem Oeffnen der Krone die längern, innern Staubblätter noch weiter nach innen, erst später beginnt auch die Funktion der äussern. Wenn die letzten Staubgefässe des äussern, an der Peripherie der Blume gebliebenen Kreises verstäubt sind, so beginnen sich die Narben zu entwickeln. Diese ganz andere Art der Bewegung der Staubfäden erklärt sich sofort, wenn wir aus Müllers Listen und meinen direkten Beobachtungen den Schluss ziehen, dass auch hier Hummeln die eigentlichen Bestäuber sind. Wenn sich nämlich die innern Staubfäden auch hier nach aussen bewegten, wie bei der vorausgehenden Art, so würde der Abstand zwischen den Griffelenden und den Staubbeuteln für die auf die erstern aufliegenden Hummeln zu gross, als dass die Narben im zweiten Stadium der

Blüthe dieselbe Stelle des Insekts berühren könnte, die vorher an den stäubenden Antheren lag. — Die aussen gebliebenen Staubgefässe werden nur von den grössten Hummeln noch etwas mit dem Ende ihres Abdomens gestreift, sind also für die Kreuzung von untergeordneter Bedeutung. Ich fand nun aber ziemlich viele Exemplare, in denen auch dieser zweite Kreis von Staubgefässen nach dem ersten sich noch um einen ganz merkbaren Betrag nach innen zu bewegen begann, ohne jedoch zur Bewirkung der Kreuzung oder gar der Autogamie (nach Kerner) verwendet werden zu können. Letztere ist überhaupt ausgeschlossen.

Ich fand gelegentlich peripherisch in den Blüthenständen gelegene Exemplare von Blumen, die an der dem Boden zugewendeten Unterseite schlecht ausgebildet oder monströs verändert waren. Das kommt aber bei *S. alpinum Gris.* und andern Formen häufiger vor, als hier. In solchen monströsen Blüthen erfolgt häufig Autogamie dadurch, dass die Staubfäden aufgerichtet bleiben.

23. Sempervivum Braunii Wilm.

Von mir zum erstenmal untersucht, und zwar am 3. August 1901 im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre.

Die Zahl der Blüthentheile beträgt 13, der Durchmesser der Krone 14—17 mm. Hier wandern, ganz ähnlich wie bei *S. piliferum Jord.*, zuerst die kelchständigen, längern Staubfäden nach innen und beginnen zu stäuben. Die kronständigen gehen nach aussen und werden durch die sich öffnende Krone noch mehr in dieser Richtung gezogen, und stäuben dort dann ebenfalls. Die Bewegung nach aussen setzt bei den innen gebliebenen kelchständigen Staubgefässen hier viel später ein, als bei genannter Form, da diese Blüthen viel stärker protrandrisch sind, als jene, ja sogar noch stärker, als die eben beschriebene *S. Wulfeni Hoppe*, und weil aus diesem Grunde trotz der späten centrifugalen Bewegung der kelchständigen Staubblätter doch keine Autogamie erfolgen kann. Daraus folgt, dass die Staubgefässe während der längsten Zeit ihrer Thätigkeit in 2 Kreisen stehen. — Autogamie habe ich nie beobachtet.

24. Sempervivum Foucounetti Reut. (Taf. VI, Fig. 171.)

Noch nicht untersucht. Meine Beobachtungen wurden am 2. August 1901 im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre gemacht.

Der Blüthendurchmesser beträgt anfangs ca. 21, später 24 mm. Die Kronblätter messen ca. 10 mm in der Länge. Die Zahl der Blüthentheile habe ich mehrmals ermittelt. Sie betrug: 11, 10, 10, 11, 10, 11, 10, 11, 11, 10, 10, 11. Die Kelchblätter fühlen sich infolge einer ziemlich starken Drüsenbehaarung klebrig an. Sie sind innen hellroth, aussen weisslich. Auf der Innenseite besitzen sie eine dunkler carminrothe Mittellinie, eine dunklere Wurzel und weissliche Spitze. Die geschlossenen Antheren sind blassgelb, die Filamente carminroth. — Die Nektarien sind gleich beschaffen, wie bei *S. Wulfeni Hoppe*. Der Honigschutz ist infolge der Röhrenbildung durch die Filamente und der Behaarung der betreffenden Blüthentheile (Basis der Frucht-, Staub- und Kronblätter) ebenso gut, oder, besonders anfangs, besser, als bei *S. Wulfeni Hoppe*.

Ueber die Stellung der Staubfäden in der Knospe gilt das früher Gesagte. Beim Oeffnen der Blüthe begeben sich die äussern, kronständigen Staubgefässe etwas nach innen, so dass sie in denselben Kreis einrücken, in dem die innern stehen. Der Durchmesser dieses Kreises beträgt ca. 11 mm. Die Kelchstaubfäden gehen nun aber auch noch weiter nach innen und treten also wieder aus diesem gemeinsamen Kreis heraus. Wenn sie bis auf eine Entfernung von 4 mm vom Blüthencentrum gekommen sind, beginnen sie zu stäuben. Die Griffel biegen sich schon jetzt nach aussen und ihre zwar noch nicht empfängnissfähigen Enden kommen mit den genannten Staubbeuteln nun oft zur Berührung, obschon dieselben gewöhnlich rasch wieder in ihren ersten Standort zurückkehren. Wenn sie da ankommen, besitzen die Griffel bereits Narben und die andern, die kronständigen Staubgefässe treten nun auch in Thätigkeit. Gleichzeitig öffnet sich die Krone stärker, und beide Staubblattkreise wandern, immer im gleichen Niveau bleibend, gemeinsam nach aussen, so dass sie von den ebenfalls vorrückenden Griffelenden nicht mehr berührt werden. Die letztern stellen ihre Bewegung erst ein, wenn ihre Narben einen Kreis von 9—11 mm bilden, d. h. ungefähr an dieselbe Stelle in der Blüthe gelangt sind, wo vorher die stäubenden Antheren standen.

Ich habe Gelegenheit gehabt, mehrere Hummeln beim Besuch dieser Blüthen zu beobachten. Sie führten dieselben drehenden Bewegungen aus, die wir oben schon beschrieben haben, wobei sie den Vorderkörper ebenfalls abwechselnd hoben und senkten.

25. Sempervivum Gaudini Christ. (Taf. VI, Fig. 172.)

Ebenfalls noch unbekannte Blütheneinrichtung. Ich untersuchte dieselbe am 4. Aug. 1901 im Alpengarten von Bourg-St.-Pierre

Die Zahl der Blüthentheile ist gewöhnlich 12, seltener 11. Der Krondurchmesser beträgt anfangs 17—19, später 23 mm. Die 11—12 mm langen Kronblätter (Fig. 172) sind schmaler, als bei der zuletzt besprochenen Art (Fig. 171). Sie sind auf der Innenseite schmutzig weisslichgrün mit carminrother Wurzel, aussen ebenfalls weissgrün und tragen ein feines, nur an einzelnen Stellen drüsiges Haarkleid. — Der Schutz des Honigs ist hier, trotzdem keine Haare über den Nektarien vorhanden sind, doch gut, weil die Fruchtknoten sich nach aussen stark vorwölben und weil besonders die kelchständigen Filamente sich stark zwischen jene hineindrängen.

Die Blüthen sind so stark protrandrisch, wie diejenigen von *S. alpinum Gris.* Die kelchständigen, tief unten inserierten Staubblätter gehen zuerst beträchtlich nach innen und beginnen zu stäuben. Nach einiger Zeit wandern sie wieder der Peripherie der Blüthe zu und stellen sich dort in eine Reihe mit den stehen gebliebenen, kürzern Staubblättern, deren Antheren sich nun auch öffnen. Wenn endlich die Griffelenden sich nach aussen bewegen, so wandern beide Staubblattkreise gemeinsam noch weiter nach aussen und legen sich zuletzt ganz auf die Blumenblätter, die sich unterdessen noch mehr geöffnet haben. — Autogamie kommt selten und nur zufällig vor.

26. Sempervivum dolomiticum Facc.

Ich untersuchte die im Alpengarten von Bourg-St.-Pierre unter dieser Bezeichnung gezogene Pflanze am 9. Aug. 1901.

Ihre Bestäubungseinrichtungen unterscheiden sich in mehreren Punkten von denjenigen von *S. Funckii Braun*, mit der diese Art nach manchen Autoren identisch ist. Zahl der Blüthentheile: 8, 9, 8, 8, 9, 8, 8, 8. Die Petalen sind noch breiter, als bei *S. arachnoideum L.* und, besonders in der Mittelfurche, noch tiefer roth gefärbt, als dort. Der Durchmesser der ganz geöffneten Blüthen beträgt 13 mm. — Die Nektarien sind durch die bekannten Mittel und besonders durch eine feine, zum Theil drüsige Behaarung der in Frage kommenden Blüthentheile gut geschützt.

Die Blüthen sind ausgeprägt protrandrisch. Die innern Staubblätter bewegen sich nach der Oeffnung der Krone auch hier stark gegen die Mitte hin und beginnen dort zu stäuben. Sie gehen aber später zu den andern zurück, die letztern treten nun auch in Funktion, und beide Kreise stäuben nun, auf demselben Niveau stehend, noch einige Zeit. Erst wenn sie ihrem Ende nahe sind, wandern sie, gemeinsam mit den noch stärker sich öffnenden Kronblättern, noch mehr nach aussen. Die Griffelspitzen, die sich nun erst mit Narben versehen, folgen ihnen in beträchtlicher Entfernung, so dass Autogamie völlig ausgeschlossen ist.

27. Sempervivum Doellianum C. B. Lehm.

Die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen wurden ebenfalls am 9. Aug. 1901 im Garten zu Bourg-St.-Pierre gemacht.

Die Bestäubungseinrichtungen unterscheiden sich in mehreren Punkten von denjenigen der *S. arachnoideum L.*, mit welcher die vorliegende Art nach manchen Autoren identisch ist. Zahl der Blüthentheile: 9, 9, 10, 9. Durchmesser der ganz geöffneten Blume 14—15 mm. Die Petalen sind hier schmaler und besitzen eine schärfere, dunkelcarmin gefärbte Mittellinie; sonst gleichen die Blüthen in Form und Farbe sehr denjenigen von *S. dolomiticum Facc.* — Der Nektarschutz ist etwas weniger vollkommen, als bei jener Art, da die Fruchtknoten weniger nach aussen vorspringen. Die Nektarien stellen auch hier kleine Schüppchen dar, die unter den Fruchtknoten liegen.

Ueber den Grad der Protrandrie und die Art der Bewegung der Staubfäden gilt das bei der Beschreibung von *S. dolomiticum Facc.* Gesagte, nur öffnet sich die Krone hier noch stärker als dort, und,

damit im Zusammenhang, bewegen sich auch die Filamente am Ende der Anthese noch weiter nach auswärts. Wenn die dem Kelch opponierten Staubblätter innen stehen, so bilden ihre Antheren einen Kreis von 3 mm Durchmesser, während die andern 7 mm voneinander entfernt sind. Der Durchmesser des Staubgefässkreises am Ende der Anthese beträgt 9—10 mm. Die Narben bilden später auch genau einen Kreis von 3 mm Durchmesser. — Ich beobachtete nie Selbstbestäubung.

28. Sempervivum Heuffeli Schott. (Taf. VII, Fig. 181 und 182.)

Diese und die beiden folgenden Arten, über welche alle noch keine blüthenbiologischen Daten vorliegen, habe ich vom 25. bis 27. August 1901 in Zürich nach frischen Exemplaren aus dem Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis) untersucht. Sie unterscheiden sich von den bisher besprochenen Formen dadurch, dass die Krone hier nicht sternartig ausgebreitet, sondern infolge der aufrecht bleibenden Lage der Petalen mehr glockenförmig ausgebildet ist, sowie dadurch, dass die Zahl der Blüthentheile konstant 8 beträgt.

Der Kelch der Blüthen von *S. Heuffeli Schott.* ist grasgrün und mit spärlichen, weissen, dickstieligen Drüsenhaaren und rothbraunen Flecken besetzt. Auch alle übrigen innern und äussern Blüthentheile tragen meist drüsige, weisse, ziemlich dicke und kurze Haare. Der Durchmesser der Blüthenöffnung beträgt anfangs 7, später 10—14 mm. Die Kronblätter sind weiss bis grünlich. Ihre Form geht aus den beigegebenen bildlichen Darstellungen (Fig. 181 und 182) hervor. Sie besitzen, besonders an den Spitzen, weisse, gefranste, häutige Ränder und auf ihrer Rückenseite eine hohe, spitz zulaufende, oben auch gefranste Mittelkante. Sie sind aufgerichtet, und nur durch ihr Zurückschlagen an den Spitzen kommt die Blüthenöffnung zu Stande. Die Länge eines Kronblattes beträgt 18, die Breite 3,5 mm. Die Höhe der Blüthe vom Grunde des Fruchtknotens bis zur Spitze der Petalen beträgt 18—24 mm.

Die Nektarien sind ziemlich gross und schuppenförmig. Der ausgeschiedene Honig wird weniger durch die Fruchtknoten als durch die zusammengeneigten Blumenblätter geschützt. Auch entstehen durch die sehr verschieden hohe Insertion der beiden Staubblattkreise dann noch die bekannten Honigröhren. — Als Anlockungsmittel funktionieren die beschriebenen, aussen zierlich gefransten Blumenblätter und vor allem der starke Duft der Blüthen. — Die Länge der innern, am untersten Theil des Kelches inserierten Staubblätter beträgt 12 mm, während die äussern, an den Petalen und beträchtlich höher entspringenden Staubfäden nur 10 mm messen. Die Antheren besitzen, wie bei allen andern Arten, weit aufspringende seitliche Pollentaschen.

Die Blüthen von *S. Heuffeli Schott.* sind schwach protrandrisch. Die Staubfäden neigen oben alle über dem Centrum der Blüthen zusammen, biegen sich aber an ihrem obersten Ende wieder etwas nach aussen um. Dennoch sind die noch geschlossenen Antheren nach dem Oeffnen der Blüthe auf einem Haufen in der Mitte der Blume vereinigt, welcher die Stempel und alle übrigen innern Blüthentheile bedeckt. Es stäuben nun zuerst die bedeutend höher stehenden Antheren des innern Kreises. Nach einiger Zeit beginnen sich diese Filamente am Grunde zu bewegen, so dass die Antheren gegen die Peripherie der Blüthe wandern und schliesslich, mit dem letzten Blumenstaub behaftet, zwischen den Kronblättern seitlich aus der Blüthe heraustreten, was noch dadurch besonders erleichtert wird, dass nun auch die Krümmungen am obern Ende der Filamente noch etwas stärker werden. Da man nun von oben ins Innere der Blüthe hineinsehen kann, so ist leicht zu konstatieren, dass die Griffel an ihren Enden bereits etwas nach aussen gebogen sind (Fig. 182). Sobald die genannten höher stehenden Antheren etwa den halben Weg von ihrer ursprünglichen Stellung bis zur Peripherie der Blüthe zurückgelegt haben, d. h. so weit entfernt sind, dass keine Berührung mit den Griffelenden mehr erfolgen kann, so bedecken sich die letztern mit Papillen. Da die weiter unten stehenden Staubbeutel, welche um die Zeit des Beginnes der Narbenbildung auch aufbrechen, von Anfang an weiter nach aussen liegen, so erfolgt jetzt auch durch diese keine Autogamie. Gegen Ende der Blüthezeit tritt dagegen häufig Selbstbestäubung ein, indem sich gewisse Staubblätter schwach nach innen neigen. Gewöhnlich aber biegen sich auch die kronständigen Filamente gegen Ende des Stäubens ihrer Antheren noch etwas nach aussen, so dass dann die Griffel mit den noch empfängnissfähigen Narben ganz kurze Zeit allein im Centrum der Blüthe stehen. Nach dem Gesagten blüht *S. Heuffeli Schott.* schwach protrandrisch. Die Narben überdauern

das Andröceum immer, bleiben aber in einzelnen Blüthen ganz besonders lange frisch, was vielleicht Folge nicht eingetretener Befruchtung ist.

29. Sempervivum globiferum L.

Die in der oben beschriebenen Weise gemessene Höhe der Blüthe beträgt hier nur 16 mm. Die Kelchblätter zeigen nur selten und stets nur an ihren Spitzen Rostflecken. Die drüsige Behaarung der innern Blüthentheile ist ebenso stark ausgebildet, wie bei der vorausgehenden Art. Die Honigschuppen sind rel. grösser und nach oben gebogen. Ein Geruch kann hier nicht wahrgenommen werden. Die Antheren neigen ebenfalls alle über dem Centrum der Blüthe zusammen, wobei diejenigen der kelchständigen Staubblätter ebenfalls weiter oben und mehr nach innen stehen. In den jungen Blüthen sind dagegen die Filamente oben nicht oder nur ganz schwach auswärts gebogen. — Die Narbenköpfe sind hier grösser und darum leichter wahrnehmbar, so dass die ganze Geschlechterentwicklung bequemer verfolgt werden kann. — Es stäuben auch hier zuerst die kelchständigen Staubgefässe; sie wenden sich dann nach aussen, wobei sich erst die Filamente oben stärker krümmen, und stäuben hier noch einige Zeit. Sie ragen dann aber noch viel weiter seitlich aus der Blumenglocke heraus, als bei *S. Heuffeli Schott.*

Die Blüthen von *Sempervivum globiferum L.* sind stärker dichogam, als diejenigen der eben genannten Art. Die Narbenpapillen bilden sich nämlich erst, wenn die obern Staubbeutel schon an der Peripherie der Krone, die hier am Schluss der Anthese noch stärker geöffnet ist, angekommen oder sogar schon zwischen den Blumenblättern nach aussen getreten sind. Trotzdem auch die Antheren der kronständigen Staubblätter sich stärker nach aussen wenden, kommt es doch auch hier noch gelegentlich dadurch zur Autogamie, dass die letztgenannten Staubgefässe von den hier stärker auseinanderspreizenden Griffeln eingeholt werden. — Wenn alle Antheren des innern Staubblattkreises und bis zu einem gewissen Grad auch die der äussern zur Peripherie der Blüthe gewandert sind, so stäuben sie dort noch einige Zeit. Auch nach ihrem gänzlichen Verstäuben bleiben die Narben immer noch einige Zeit frisch.

Ich habe nun auch noch Blüthen beobachtet, die viel weniger dichogam sind, als die beschriebenen. Ich sah sogar Exemplare, die schon weit auseinandergespreizte, mit papillösen Narbenköpfen versehene Griffel besassen, als auch die innern Staubblätter noch zusammengeneigt waren und kaum zu stäuben begonnen hatten. Oft öffnete sich die Krone derartiger Blüthen nur schwach, und die Bewegungen der Staubfäden stellten sich nur in geringem Grade ein oder blieben ganz aus, so dass der Pollen mit Nothwendigkeit auf die eigenen Narben abgelagert werden musste. Es liess sich mit Sicherheit feststellen, dass diese Bestäubungsvorgänge in denjenigen Blumen, die erst einige Zeit nach dem Einstellen der abgeschnittenen Pflanzen in Wasser aufgebrochen waren, relativ häufiger auftraten, als in denjenigen Blüthen, die sich gleich anfangs geöffnet hatten.

Ich verzichte darauf, noch andere, auch bei den zuerst aufgeblühten Exemplaren vorgekommene, aber seltenere Abänderungen der stark variierenden Blumen hier wiederzugeben.

30. Sempervivum hirtum L. (Taf. VII, Fig. 183 und 184.)

Die centripetal aufblühende Inflorescenz ist hier noch dichter und die einzelnen Blüthen sind kleiner, als bei der zuletzt beschriebenen Art. Die Blümchen messen im Durchmesser nämlich nur 1—3 mm, da die Petalen hier viel weniger nach aussen gebogen sind, in der Höhe 7—12 mm. — Die Kelchblätter sind unten grün, oben rothbraun gefärbt. Die 7,5 mm langen Blumenblätter sind gleich gefärbt, wie bei den beiden vorausgehenden Arten, besitzen jedoch rothe Spitzen. Die übrigen morphologischen Merkmale der einzelnen Blüthentheile ergeben sich aus den beigegebenen Figuren. Auch hier tragen alle Theile der Blüthe innen und aussen Drüsenhaare; dieses Haarkleid ist aber noch dichter, als bei den beiden zuletzt beschriebenen Arten. — Trotzdem die kronständigen Filamente höher oben inseriert sind, als die kelchständigen, so liegen die Antheren der erstern doch ebensoviel tiefer, als die der letztern, da die kelchständigen Filamente die kronständigen an Länge bedeutend übertreffen. Die in ihrem ganzen Verlauf geraden Filamente besitzen, im Gegensatz zu den übrigen Blüthentheilen, unten nur einige wenige, grosse Drüsenhaare. Die Nektarien sitzen als dicke Schuppen

an der Wurzel der kürzern Filamente, und werden von den unten ziemlich stark vorspringenden, 5 bis 5,5 mm langen Stempeln etwas bedeckt.

Die sehr oft ganz geschlossen bleibenden Blumen sind homogam. Die Antheren bleiben während der ganzen Blüthezeit in gleicher Lage und nahe an den zu oberst nur schwach auswärts geneigten, aber mit kräftigen Narben versehenen Griffeln. Sie bilden nicht einen Haufen oberhalb des Gynäceums, wie bei der letztern Art, da hier die Stempel gewöhnlich etwas länger sind, als die Staubblätter. Autogamie tritt immer zeitig ein.

In allen von mir untersuchten Blüthen fanden sich je mehrere Exemplare einer Blattlaus. Diese Thierchen sassen nicht etwa unten beim Nektar, sondern immer auf den Antheren und der Narbe. Ich vermochte nicht zu entscheiden, ob sie dem Blumenstaub nachgingen oder die Narben anbohrten, um ihnen Saft zu entziehen. Ich fand sie jedoch immer nur in bereits stäubenden Exemplaren. Sie waren stets ganz mit Blüthenstaub bepudert, so dass sie oft grosse, gelbe Knollen bildeten. Ohne Zweifel erleichterten sie die Selbstbestäubung, die ohne ihre Mithilfe nicht absolut gesichert wäre, da, wie bereits bemerkt, die Staubbeutel etwas tiefer stehen, als die Narben und sich nicht über den letztern zusammenneigen.

Sehr viele Blüthen zeigen eine Tendenz zur Verkürzung und Verkümmerung einzelner Staubblätter. Besonders die äussern, ohnehin schon kurzen Staubblätter werden sehr oft ganz rudimentär und pollenlos. — Ich bemerke ausdrücklich, dass ich nur gut entwickelte Pflanzen, deren Blüthen sonst keinerlei Anzeichen beginnender Entartung zeigten, untersucht habe.

Vergleichende Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Crassulaceenblüthen.

Die Blumenfarben der besprochenen *Crassulaceen* steigen von grün und gelb bis zu roth. Es sind aber nicht, wie man nach Müllers Blumenfarbentheorieen erwarten könnte, alle biologisch hoch organisierten Blüthen roth und die niedrigern grünlich oder gelb etc. gefärbt. (*Sempervivum Wulfeni Hoppe, Heuffeli Schott., hirtum L.* und andere), so dass an die Aufstellung einer phylogenetischen, auf die Blumenfärbungen gestützten Reihe, die von Müller bereits entworfen wurde, so lange noch nicht gedacht werden darf, bis bessere biologische, morphologische, anatomische und pflanzengeographische Studien über die verwandtschaftlichen Beziehungen der verschiedenen Formen gemacht worden sind (vergl. Loew in Nro 48). Auch wenn wir noch die Zahl der Blüthentheile mit berücksichtigen, so können wir doch eine solche Reihe noch nicht aufstellen; denn wir sehen, dass gleich gefärbte Blüthen, wie *Sempervivum Wulfeni Hoppe* und *Heuffeli Schott.* oder wie *Sempervivum arachnoideum L.* und *Sedum spurium Bieb.* etc. das eine Mal eine grössere, aber recht variable Anzahl von Blüthentheilen, das andere Mal konstant 8, resp. 5 Theile besitzen können, und dass ganz verschieden gefärbte Arten von *Sedum* die gleiche Anzahl von Blüthentheilen besitzen.

Die Blüthen der oben beschriebenen Arten der Gattung *Sedum* sind, mit Ausnahme der 6zähligen *S. rupestre L., hispanicum L.* und zum Theil auch *S. Kamtschaticum Fisch.*, nach der Fünf-Zahl gebaut; diejenigen von *Sempervivum Heuffeli Schott., globiferum L.* und *hirtum L.* sind 8zählig, die übrigen Arten dieser Gattung besitzen noch mehr Blüthentheile und zeigen Schwankungen in der Zahl derselben. Der Nektar wird oft in sehr reicher Menge von mehr oder weniger stark ausgebildeten Schuppen, die an der Basis der Fruchtblätter liegen, abgesondert. Die Blüthen gehören zu den Klassen A, AB, und B. Der Honigschutz wird gewöhnlich durch Auswärtswölbung der Basis der Stempel und Anpressung der Filamentwurzeln an dieselben, durch Röhrenbildung infolge der ungleich hohen Insertion der Staubfäden, durch Behaarung der in Frage kommenden Blüthentheile und durch das Zusammenneigen der Kronblätter am Anfang der Anthese erreicht. Bei *Sedum boloniense Loisl., Ibericum*

Stev., zum Theil auch *S. Telephium L.* u. a. kommt besonders das letztgenannte Mittel zur Verwendung, ja bei *Sedum stoloniferum Gmel.* und *Sempervivum Heuffeli Schott., hirtum L.* und *globiferum L.* bleiben die Kronblätter während der ganzen Anthese aufgerichtet. — Hinsichtlich der Entfaltung der Kronblätter während des ersten Theils der Anthese ist folgendes zu sagen: Die Krone öffnet sich bei den meisten *Sempervivum*-Blumen und einigen Arten aus der Gattung *Sedum* sofort ganz. Bei den meisten protrandrischen Blüthen von *Sedum* verharrt sie während eines Theils des männlichen Stadiums in halbgeschlossenem Zustande und öffnet sich erst vollständig, wenn die Staubblätter nach aussen gehen müssen, um den sich spreizenden Griffeln Platz zu machen. Dasselbe ist der Fall bei einigen Arten von *Sempervivum (S. arachnoideum L.* u. a.*)*. Sehr spät öffnet sich oft die Krone bei *Sedum Telephium L., Ibericum Stev.* u. a. Bei andern Blumen bleiben die Petalen sogar während des ganzen Geschlechtszustandes halb geschlossen und öffnen sich erst zu dem bekannten Stern, wenn Narben und Antheren verdorrt sind *(Sedum boloniense Loisl.)*. Bei *Sedum stoloniferum Gmel.* erfolgt diese Oeffnung gar nicht mehr. Der zweite stern- oder tellerförmige Zustand der Krone tritt auch bei *Sempervivum Heuffeli Schott., globiferum L.* und *hirtum L.* gar nie mehr ein. Die Blüthen von *Sempervivum globiferum L.* und *hirtum L.* bleiben sogar sehr häufig ganz geschlossen. — Wie diese Verhältnisse innerhalb derselben Art abändern können, zeigt uns das Beispiel von *Sedum Telephium L.*, von welcher Art in dem Vorstehenden Blüthen mit von Anfang an stark geöffneter Krone beschrieben wurden neben solchen, deren Petalen erst bei Beginn des Spreizens der Griffel sich auseinanderneigen.

Die meisten der von mir untersuchten *Crassulaceen*blüthen sind protrandrisch; protogyn sind nur *Sedum alpestre Vill., boloniense Loisl., hispanicum L., stoloniferum Gmel.*, zum Theil auch *S. Kamtschaticum Fisch.* und *album L. var. micranthum DC.*, ganz homogam dagegen die Arten *Sedum spurium Bieb.* und *Sempervivum hirtum L.*, fast homogam *Sedum Ibericum Stev.* Einige Arten schwanken zwischen protrandischer und protogynischer Dichogamie, so z. B. *Sedum album L.* und *Sempervivum arachnoideum L.* Diese Schwankungen lassen sich wohl zum grössten Theil durch das Vorkommen der Pflanzen auf verschieden hohen Standorten erklären, zumal, da eine ähnliche Abhängigkeit der Art der Geschlechterentwicklung von der Höhe des Standortes durch Schulz' Untersuchungen bei *Sedum dasyphyllum L.* und zum Theil auch bei *Sempervivum Wulfeni Hoppe* und durch meine Beobachtungen bei *Sedum alpestre Vill., album L. var. micranthum DC.* und *Sempervivum arachnoideum L.* festgestellt werden konnte. Bei einzelnen Blüthen, wie bei denjenigen von *Sedum oppositifolium L.*, wird Autogamie durch die starke Dichogamie, bei zahlreichen andern anfangs durch die Bewegungen der Staubblätter und Griffel, d. h. durch räumliche Trennung der Sexualorgane verhindert. Am Ende der Anthese tritt sie dagegen sehr häufig ein infolge der starken centrifugalen Bewegungen der Griffelenden oder der Rückwärtsbewegung der dem Verstäuben nahen Staubblätter. Recht oft verhalten sich einzelne nicht gekreuzte Blüthen im spätern Verlauf ihrer Geschlechterentwicklung und besonders in den die Autogamie einleitenden Bewegungen ganz anders, als die übrigen. Derartige direkt durch die ausgebliebene Kreuzung hervorgerufene Veränderungen im Verhalten des Sexualapparates wurden bei mehreren Formen *(Sedum album L., rupestre L., oppositifolium Sms.* u. v. a.*)* mit mehr oder weniger Sicherheit nachgewiesen. — Während des ersten Theils der Anthese sind dagegen die Blüthen mit wenigen Ausnahmen *(Sempervivum hirtum L.*, oft auch *S. globiferum L.*) an Allogamie angepasst. Diese Anpassung kommt durch die centrifugale Bewegung der Griffelenden und die Bewegung der Staubblätter nach innen zu Stande, durch welche die stäubenden Antheren genau an dieselbe Stelle in der Blüthe zu liegen kommen, wo vorher oder nachher die empfängnissfähigen Narben sich befinden. Da sich nun die Insekten beim Besuch der *Crassulaceen*blüthen fast immer auf die Griffelspitzen oder auf die später an derselben Stelle liegenden Umbiegungsstellen der Griffel setzen und die wiederholt beschriebenen drehenden Bewegungen auf der Blume ausführen, so wird der Blüthenstaub an derjenigen Stelle des Abdomens der Thiere deponiert, welche zu einer andern Zeit mit den Narben in Berührung kommt. — Diese drehenden Bewegungen werden übrigens um so sicherer und vollkommener ausgeführt, je mehr Theile die betreffende Blüthe besitzt, am besten also auf Blumen aus der Gattung *Sempervivum*. — Die Staubfäden bewegen sich bei allen Blüthen vor dem Stäuben, aber auch innerhalb derselben Art

oft in sehr verschiedenem Grade oder sogar in umgekehrter Weise. (*Sedum Telephium L., Sempervivum arachnoideum L.* u. a.). Dies erklärt sich leicht, wenn wir bedenken, dass diese Bewegungen einmal immer so erfolgen müssen, dass der Durchmesser des entstehenden Antherenkreises gleich demjenigen des Kranzes empfängnissfähiger Narben wird, und dass sich diese beiden Grössen dann wieder an die Dimensionen des bestäubenden Insektes anpassen müssen. So sehen wir, dass *Sempervivum alpinum Gris.* besser an ihre Bestäuber, die Hummeln, angepasst ist, als *S. Wulfeni Hoppe,* weil dort beide Staubblattkreise so weit innen stehen, dass sie vom Hintertheil des über dem Blüthencentrum stehenden und sich drehenden Thierchens berührt werden. Es möge genügen, hier festzustellen, dass für zukünftige biologische Untersuchungen von *Crassulaceen*blüthen die Angabe der Durchmesser der Staubblattkreise im Momente des höchsten Stäubens von besonderer Wichtigkeit ist, auch wenn diese bei derselben Art starken lokalen Abänderungen unterworfen sind, da wir daraus auf die hauptsächlichsten Bestäuber schliessen können, oder, wenn wir diese bereits kennen, eine Anschauung darüber gewinnen, wie stark die betreffenden Blumen an bestimmte Insekten, d. h. an eine bestimmte Umgebung, ein gewisses Gebiet, angepasst ist. Gerade den lokalen Verschiedenheiten dieser Staubblattbewegungen sollten wir übrigens unsere grösste Aufmerksamkeit zuwenden, da diese, wie die vorliegenden Untersuchungen zum Theil auch zeigen, oft sehr gross sind und also wichtige biologische Veränderungen hier sehr leicht konstatiert werden können. Wie wir bereits bei der Besprechung der *Cruciferen* betonten, sollte sich überhaupt die blüthenbiologische Forschung viel mehr dieser noch wenig angepasster, „allotroper" Blüthen annehmen, und sich hier aber nicht mit Feststellung der Blumenklasse, Angabe der Anlockungsmittel und des Grades der Dichogamie etc. begnügen, sondern eben gerade in ein tieferes Verständniss derartiger feinster, rasch durch natürliche Auslese oder direkte Anpassung abändernde Merkmale oder Vorgänge einzudringen suchen; gewinnen wir doch auf diese Weise am raschesten ein auf Thatsachen begründetes Bild von der Abänderungs- und Anpassungsfähigkeit der Blüthen. — Einem andern Bestäubungsmodus sind wohl *Sedum stoloniferum Gmel., Sempervivum Heuffeli Schott.* und *globiferum L.* angepasst; die letztgenannte Art, sowie *Sempervivum hirtum L.* zeigen überdies Neigung zur Kleistogamie. Bei *Sempervivum hirtum L.* wird bei meist geschlossener Blüthe während der ganzen Anthese Autogamie ausgeübt und durch kleine auf Narben und Antheren herumkriechende Insekten erleichtert. In einigen Fällen, so bei *Sedum hispanicum L.* und *S. boreale* und in geringerem Grade vielleicht noch bei *Sempervivum Wulfeni Hoppe* beobachteten wir eine Arbeitstheilung zwischen den beiden Staubblattkreisen, in der Art, dass der äussere fast immer stark gespreizt bleibt und der Allogamie dient, während sich der innere durch Anlegung seiner Antheren an die Narben der Herbeiführung der Autogamie widmet. K e r n e r hat dies, wie schon oben bemerkt wurde, noch bei andern Arten beobachtet.

Es ist bekannt, dass sich oft Bewegungen gewisser Blüthentheile durch ganz grosse Verwandtschaftskreise von Pflanzen mit niedrig angepassten Blüthen (ich verwende die Bezeichnung „allotrope" Blüthen hier nicht gerne, weil sie nicht ganz das bedeutet, was ich in diesem Falle damit bezeichnen möchte; es wäre zweckmässig, unter Berücksichtigung der Anpassungs- und Abänderungsfähigkeit der Blüthen noch andere Bezeichnungen einzuführen, doch haben wir bis jetzt noch zu wenig Material, um die betreffenden Begriffe abzuklären) hindurch konstant erhalten und dabei nur zu verschiedenen Zwecken verwendet werden. Hierher gehören z. B. bei den *Cruciferen*blüthen die früher besprochenen Drehungen der 4 längern Staubblätter, die fast immer vorhanden, aber ungleich stark ausgebildet sind, und ganz verschiedenen Zwecken dienen, bei den *Umbelliferen* die Krümmungen an der Spitze der Filamente, bei der noch näher zu besprechenden Gattung *Saxifraga L.* die Bewegungen am Grunde der Filamente. So finden nun auch in weitaus den meisten *Crassulaceen*blumen Bewegungen am Grunde der Staubfäden statt, die aber im Verlaufe der Anthese in verschiedenem Grade weiterschreiten und bei verschiedenen oder derselben Blüthe zu ganz verschiedenen Zwecken verwendet werden: zur Autogamie, zur Erleichterung der Kreuzung, indem die Antheren an dieselbe Stelle geschafft werden, an der zu einer andern Zeit die Narben sich befinden, zur Verhinderung der Selbstbestäubung, indem die Staubblätter sich wieder nach aussen wenden, sobald die Griffelenden sich nahen etc. — Dies ist hier, wie bei den andern oben vergleichsweise genannten und allen andern niedrig angepassten

Blüthen, nur eine Folge der allgemeinen, schon bei Besprechung der *Cruciferen* beachteten Erscheinung, dass alle diese Blumen sich beständig in einem Zustand befinden, der es ihnen ermöglicht, sich an die verschiedensten Verhältnisse ihrer Umgebung direkt anzupassen. Die *Crassulaceen*blüthen besitzen von Anfang an die Fähigkeit, Staubblattbewegungen auszuführen; aber dieselben erfolgen doch nur, falls ein Bedürfniss sie erheischt und in ganz verschiedener Weise, je nach den verschiedenen Bedürfnissen der einzelnen Arten und Blüthen. Dies erklärt uns auch die Thatsache, dass innerhalb derselben Art das Verhältniss zwischen Autogamie und Kreuzung so sehr verschieden sein kann. Dass auch die Geschlechterentwicklung durch die kleinsten äussern Einflüsse sehr rasch und so gründlich verändert werden kann, dass starke Protrandrie in ausgesprochene Protogynie übergeht, haben wir oben durch direkte Versuche nachweisen können. Niemand wird nun bezweifeln, dass auch in der freien Natur die Geschlechterentwicklung der *Crassulaceen*blüthen ebenso rasch auf äussere Einflüsse zu reagieren und sich an diese direkt anzupassen im Stande ist, da wir ja in einigen Fällen Differenzen in der Ausbildung des Sexualapparates einer Art auf verschieden hohem Standort konstatiert haben. So erklären sich auch die oft so sehr voneinander abweichenden Angaben der Litteratur hinsichtlich des Grades der Dichogamie und des Verhältnisses zwischen Autogamie und Kreuzung mancher *Crassulaceen*blüthen. — Aus den vorgeführten Einzelbeschreibungen ersehen wir aber nicht nur, wie eine und dieselbe Erscheinung, nämlich die Staubblattbewegung, innerhalb grösserer Formenkreise, ja von derselben Blüthe zu den verschiedensten Zwecken verwendet wird, (wir nannten diese Bewegungen der Staubfäden darum auch nicht schlechtweg „gamotrope" Bewegungen, weil sie nicht immer den Zweck haben, die Fremdbestäubung zu sichern. Ueber jene Bezeichnung vergl. man die Arbeit von Hansgirg in Nro. 23, sondern auch, wie in andern Fällen derselbe Zweck durch ganz verschiedene Mittel erreicht wird. So fanden wir, dass, während sonst überall die Staubblätter den sich spreizenden Griffeln durch Bewegungen am Grunde der Filamente entweichen, bei den halb geschlossen bleibenden Formen *Sedum stoloniferum Gmel.* und *Sempervivum Heuffeli Schott.*, wo eine derartige Lokomotion der Staubblätter durch die aufgerichteten Petalen gehemmt ist, derselbe Zweck, die Verhinderung der Autogamie, durch Auswärtskrümmung der obern Enden der Filamente erreicht wird, ja bei *Sedum Telephium L.* wird sogar die Selbstbestäubung in den einen Exemplaren durch Bewegung der Wurzeln, bei den andern durch Krümmung der Spitzen der Filamente verhindert. Ich glaube somit, dass die beschriebenen *Crassulaceen*blüthen ebenfalls einen Beitrag zum Beweis der schon früher aufgestellten Behauptung liefern, wornach die niedrig angepassten Blüthen im Stande sind, sich an die Verhältnisse ihrer Umgebung direkt zweckmässig anzupassen, insbesondere ihre Bestäubungseinrichtung so einzurichten, dass bei ausgebliebener Allogamie Selbstbestäubung mit vermehrter Sicherheit eintritt, auch wenn diese sonst, bei normalem Verlauf der Blüthenentwicklung, gar nie vorgekommen wäre.

III.

Saxifraga.

Knuth bemerkt als Einleitung des betreffenden Abschnittes (Handb. II. 1., p. 442 und 443, Nro. 40), grösstentheils der entsprechenden Zusammenfassung Müllers (Nro. 56) folgend: „Die Blüthen sind rein weiss oder gelb bis purpurn besprenkelt oder schmutzig gelb, selten rosenroth oder blau, und besitzen freiliegenden, selten halbverborgenen Nektar, welcher von der Aussenwand des Fruchtknotens abgesondert wird. Diese Lage des Honigs lockt zahlreiche kurzrüsselige Insekten herbei, unter denen die Fliegen so überwiegen, dass die meisten Arten der Blumenklasse D zuzurechnen sind. Der starke Insektenbesuch macht für viele Arten den Nothbehelf der spontanen Selbstbestäubung entbehrlich und durch mehr oder minder ausgeprägte Dichogamie thatsächlich fast oder ganz unmöglich. Die meisten Arten sind protrandrisch. Bei den wenigen protogynischen sind die Blüthen im ersten, also weiblichen Zustande erheblich viel kleiner, als im zweiten, männlichen Zustande, indem sich der Blüthendurchmesser nach dem Verschrumpfen der Narben bis auf das Doppelte und noch mehr vergrössert, wodurch die Reihenfolge der Besuche, die ein und dasselbe Insekt ausführt, meist in der für die Befruchtung günstigen Weise erfolgen wird.

Eine ausgezeichnete Monographie der Gattung *Saxifraga* verdanken wir Engler (Nro 17). Dieser Forscher hielt die Arten sämmtlich für protrandrisch. Die Bewegungen der Staubblätter gegen die Blüthenmitte hatte bereits Treviranus (Nro. 65) beobachtet; dieser schloss daraus, dass die *Saxifraga*-Arten der spontanen Selbstbestäubung unterworfen seien. Da einige Arten dieser Gattung ein Saftmahl besitzen, andere dagegen nicht, hat Engler die Richtigkeit der von Sprengel (Nro. 63 a) gegebenen Deutung des Saftmahles bezweifelt. Herm. Müller bemerkt (Nro. 56, p. 92) hierzu, dass bei Pflanzen, deren Honig so zwischen völlig offener und versteckter Lage schwankt, ein gleiches Schwanken des Saftmales sehr natürlich sei, so dass dies kein Einwurf gegen Sprengels Deutung sein könne, zumal noch keine andere Deutung an ihre Stelle zu setzen versucht worden sei."

1. Saxifraga Huetiana Boiss. (Taf. VII, Fig. 185 und 186.)

Die Blütheneinrichtungen dieser und der meisten folgenden Arten der Gattung *Saxifraga* sind noch unbekannt. Ich werde darum dies nicht jedesmal am Eingang besonders bemerken, sondern nur bei den wenigen bereits beschriebenen Formen die vorhandene Litteratur unter Verweis auf das Litteraturverzeichnis nennen. — Ich untersuchte die Blüthen von *S. Huetiana Boiss.* am 4. August 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis).

Die gelben, unten etwas dunklern und mit einem schwachen Nagel versehenen Petala spreizen anfangs bis zu einem Blüthendurchmesser von 7, später bis zu einem solchen von 9—10 mm auseinander. Die kleinen hellgrünen Kelchblätter sind im zweiten, weiblichen Stadium etwas nach hinten zurückgeschlagen. Der den völlig oberständigen Fruchtknoten unten umgebende schmale, wulstige Ring, der den Nektar sezerniert, ist vom Stempel durch eine Rinne und durch etwas andere, dunklere Färbung deutlich abgetrennt.

Die Blüthen der Gattung *Saxifraga* sind alle obdiplostemonisch, wie diejenigen der oben besprochenen *Crassulaceen*, d. h. die äussern Staubgefässe stehen vor den Kronblättern, die innern vor den Kelchblättern. Die Differenz in der Höhe der Insertion der beiden Staubblattkreise ist hier aber lange

nicht so bedeutend, wie bei den Blüthen von *Sedum* oder *Sempervivum*, meist sogar überhaupt nicht wahrnehmbar.

Bei allen Arten der Gattung neigen sich immer zuerst die kelchständigen Staubblätter zum Zwecke des Stäubens nach innen und hernach die kronständigen. Innerhalb dieser beiden Kreise existiert dann wieder eine bestimmte, gleichbleibende Reihenfolge, in welcher sich die Antheren öffnen. Diejenigen Kronblätter, welche den zuerst stäubenden Antheren opponiert sind, pflegen sich auch zuerst zu öffnen und sind sehr oft bei Beginn der Anthese auch etwas grösser, als die übrigen, so dass die Blüthen dann einen asymmetrischen Bau zeigen. Wie bereits bemerkt, bleiben alle diese Verhältnisse bei sämmtlichen Arten im Wesen immer dieselben, im Grade ihrer Ausbildung aber kommen alle nur möglichen Abstufungen vor. So kann die zeitliche Differenz im Aufbrechen der beiden Staubblattkreise sehr gross sein, so dass das erste Kronstaubblatt seine Thätigkeit erst eröffnet, wenn alle Kelchstaubblätter entleert, verdorrt oder abgefallen sind und bereits die centripetalen Bewegungen, von denen unten noch die Rede sein wird, vollendet haben. In solchen Blüthen ist dann gewöhnlich der zeitliche Unterschied zwischen dem Stäuben der einzelnen Staubblätter innerhalb eines Kreises gering, so dass also zuerst alle kelchständigen Staubblätter ziemlich gleichzeitig nach innen wandern und sich öffnen, und hernach in gleicher Weise alle kronständigen. In andern Blumen, z. B. in denen der vorliegenden Art, ist der Unterschied zwischen den beiden Kreisen verschwindend gering, dagegen die zeitliche Differenz im Aufbrechen der einzelnen Antheren sehr gross, so dass die beiden Staubblattkreise gleichzeitig oder doch nur ganz kurze Zeit nacheinander, und zwar jeder in seiner gewöhnlichen Reihenfolge, in Funktion treten. — Zwischen diesen beiden Extremen kommen, wie bereits bemerkt wurde, alle möglichen Uebergänge vor. — Nach diesen Erörterungen wird es mir möglich sein, bei Besprechung aller folgenden Arten jeweilen nur kurz auf diese Erscheinungen aufmerksam zu machen. Nur bei der Schilderung der Geschlechterentwicklung von *Saxifraga aizoides L.*, die ungefähr eine Mittelstellung zwischen den beiden genannten Extremen einnimmt, werde ich die oben erwähnte Reihenfolge innerhalb jedes einzelnen Staubblattkreises ausführlicher beschreiben, da ich sie dort durch zahlreiche Beobachtungen zuerst festgestellt habe. Wir werden dann finden, dass diese Reihenfolge, die ich später bei allen andern Arten, soweit sie überhaupt deutlich hervortritt, wahrnahm, etwas von der bereits von Engler (Nro. 17) angegebenen Verstäubungsfolge in den Blüthen von *Saxifraga* abweicht.

S. Huetiana Boiss. blüht sehr stark protrandrisch. Wenn der letzte der dünnen Staubfäden, die immer nur ganz kurze Zeit über das Blüthencentrum geneigt bleiben, wieder in seine ursprüngliche Lage zurückgekehrt ist, so beginnen sich die beiden Griffel oben mit Narbenpapillen zu versehen und auswärts zu neigen. Da dann die nur noch ganz kurze Zeit weiter stäubenden Antheren ganz aussen bei den Kronblättern liegen, so ist Selbstbestäubung ausgeschlossen. Selten kommt es vor, dass die Narben bereits ausgebildet sind, wenn die letzte Anthere noch über dem Blüthencentrum steht und dass dann etwa Berührung und Selbstbestäubung eintritt. — Wenn die Staubblätter nach aussen zurückgegangen sind, so bleiben sie dort stehen. Ein zweites Einwärtsbewegen aller oder einzelner Staubfäden, welches sonst bei der Gattung *Saxifraga* sehr häufig ist, kommt hier nicht vor. Es würden hier auch derartige Bewegungen am Schluss der Anthese keine Autogamie mehr herbeiführen können.

2. Saxifraga tridactylites L. (Taf. VII, Fig. 187 und 188.)

Diese Art wurde bereits blüthenbiologisch untersucht von Sprengel (No. 63a) und H. Müller (No. 57), ferner auch von Kirchner (No. 34), Kerner (No. 29) und Warnstorf (No. 71). — Ich beobachtete die Blüthen Anfangs August 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Der Kelch dieser unscheinbaren, an der Pflanze weit voneinander abstehenden Blümchen ist dicht mit rel. langen Drüsenhaaren bekleidet. Die schlanken, weissen, mit einer grünlichen Mittelader versehenen und auch am Grunde grün gefärbten Blumenblättchen öffnen sich selten ganz. Wenn sie gerade nach oben gerichtet sind, so hat die ganze Blüthe eine Höhe (von der Wurzel des Blüthenstiels bis zu den Spitzen der Petalen) von 3—4, einen Durchmesser von ca. 2 mm. Der dicke, unterständige Fruchtknoten sondert auf seiner Oberseite, um die beiden etwas voneinander entfernt stehenden Griffel herum,

den Nektar ab. Infolge der kleinen Oeffnung der Krone und des Anpressens der Staubfäden an die Wurzeln der Griffel ist der Honig von oben gewöhnlich nicht sichtbar.

Die Geschlechterentwicklung scheint sehr rasch unter äussern Einflüssen sich abzuändern: Nach Linné und Sprengel sind die Blüthen protrandrisch mit Zwischenstadium, nach H. Müller schwach protogyn mit früh eintretender Autogamie, nach Kirchner im Garten zu Hohenheim ebenfalls protogynisch, am Monte Baldo dagegen protrandrisch mit sehr verschieden grossen Blüthen, an denen der Blüthendurchmesser bis auf 4 mm herabsank, nach meinen Beobachtungen ebenfalls schwach protogynisch mit sehr früh und regelmässig eintretender Selbstbefruchtung durch Anlegen einiger oder aller Antheren an die Narben in halb, selten ganz geschlossener Blüthe. Die Blüthen gleichen in manchen Beziehungen denen der unten zu beschreibenden Art *S. luteo—viridis Schott. et Kotschy.*

3. Saxifraga irrigua M. Bieb. (Taf. VII, Fig. 189—192.)

Am 29. April 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die Blüthen bilden eine lockere Inflorescenz. Der Kelch ist grün und dicht mit sehr feinen Drüsenhaaren besetzt. Die Kronblätter besitzen einen langen Nagel, der nur allmählich in die Platte übergeht. Sie sind weiss und tragen drei anfangs rothe, später grüne, etwas oberhalb der Wurzel des Blattes gabelartig zusammenlaufende Adern. Sie öffnen sich gewöhnlich so stark, dass sie sich seitlich nicht mehr berühren. Die Krone ist gegen die zuerst aufspringenden Staubgefässe hin, wenigstens am Anfang der Anthese, stärker ausgebildet. Ihr Durchmesser beträgt in geöffnetem Zustand 15 mm, die Länge der Knospe unmittelbar vor ihrer Oeffnung 9—11 mm.

Der Nektar wird von einem, die Basis der Griffel umgebenden, nicht abweichend von jenen gefärbten Ring abgesondert und ist durch den ziemlich tiefen und unten rel. engen Krontrichter, durch Filamente und Griffel so geschützt, dass er von oben nur selten etwas sichtbar wird. Der Fruchtknoten ist unterständig.

Die innere Staubblattreihe tritt ziemlich später, als die äussere, in Funktion. Jede Anthere stäubt erst, wenn sie infolge einer Bewegung der Basis ihres Filamentes über dem Blüthencentrum angelangt ist. In diesem Stadium sind die Griffel noch nicht entwickelt (Fig. 190 und 191). Erst wenn die Staubgefässe, ganz aussen in der Blüthe in einer Reihe stehend, aufgehört haben zu stäuben, so verlängern sich die Griffel, bis die Narben so hoch stehen, wie vorher die Antheren. Sie beginnen nun auch so stark nach oben zu divergieren, dass die jetzt reichlich mit Papillen bedeckten Narbenköpfe thatsächlich an genau dieselbe Stelle kommen, wo vorher die Antheren stäubten (Fig. 192). Autogamiebewegungen der Staubfäden am Ende der Anthese, die nach dem Gesagten nutzlos wären, wurden thatsächlich auch nie beobachtet.

In der Knospe (Fig. 189 und 189 a) sind die männlichen und weiblichen Organe der Blüthe gleich weit entwickelt; erst unmittelbar vor der Oeffnung der Petala strecken sich die Staubfäden rascher, während die Griffel zurückbleiben. Die Blüthen sind also als stark protogynisch, aber knospenhomogam zu bezeichnen.

Die Blumen neigen zu monströser Entwicklung, Verwachsung von Blüthentheilen und Vergrösserung der Zahl derselben, Verwachsungen von 2 bis mehreren oder vielen einzelnen Blüthen u. s. w.

4. Saxifraga granulata L. (Taf. VII, Fig. 193—198.)

Die Blüthen dieser Art wurden bereits biologisch untersucht von Sprengel (No. 63a), H. Müller (No. 56), Kirchner (No. 34) und Knuth (No. 37). Meine Beobachtungon geschahen am 3. Mai 1901 bei Herrn Fröbel, und am 5.—7. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich.

6—10 Blüthen sind zu einem mässig dichten traubigen Blüthenstand vereinigt. Der Kelch ist dunkelgrün, an den Zipfeln braunroth gefärbt und dicht drüsenhaarig. Die Wurzeln der mit den 3 auch bei andern Arten häufigen Adern versehenen, langen, weissen Kronblätter sind grünlich. Der untere Theil der Krone ist stark röhrig ausgebildet. Da diese ziemlich enge Röhre fast vollständig durch die

Griffel und die Staubbeutel verstopft ist, so ist der ohnehin tief geborgene Honig von oben gar nicht sichtbar. — Der Fruchtknoten ist ganz unterständig.

Auch die von mir untersuchten Blüthen waren ausgeprägt protrandrisch. In der Knospe sind dagegen beide Sexualorgane gleich weit entwickelt (Fig. 194). Die Dichogamie ist so stark, dass Selbstbestäubung ausgeschlossen ist. Autogamiebewegungen am Ende der Anthese kommen nicht vor. — Meine weiteren Befunde stimmen mit den Resultaten der oben genannten Forscher (s. K n u t h, Handb. II. 1., p. 450) überein.

5. Saxifraga peltata Torr. (Taf. VII, Fig. 199.)

Im Mai 1901 im Garten des Herrn F r ö b e l untersucht.

Der untere Theil der ganz zurückgeschlagenen, aussen braun gefärbten Kelchblätter und die Blüthenstiele sind mit vereinzelten, ganz kurzstieligen aber grosskopfigen, rothen Drüsenhaaren versehen. Trotzdem sah ich häufig Ameisen in den Blüthen. Die weissen, oft röthlich angehauchten Blumenblätter besitzen ein sehr feines, stark verzweigtes Aderwerk und spreizen anfangs bis zu einem Blüthendurchmesser von 11, später sogar bis zu einem Kronteller von 14 mm auseinander. Die Staubblätter sind weisslich, die Narben und die Griffel von Anfang an roth gefärbt. Der oberständige Fruchtknoten ist aussen gelblich und sondert dort reichlich Honig ab; ein deutlich vom Gynäceum abgesetzter Nektarring kommt dagegen nicht vor.

Die Staubblätter neigen sich bei Aufnahme ihrer Funktion nur schwach nach innen, meist kippen nur die Antheren etwas vorn über. Die Griffel erreichen beinahe ihre volle Länge schon in der Knospe, sind dann aber noch zusammengelegt, obwohl die mässig grossen, innen konkaven Narbenköpfe dann schon stark ausgebildet, wenn auch noch nicht papillös sind. Die langen Griffel stossen endlich die Kronblätter auseinander, so dass sich die Knospe öffnet. Nun wächst aber das Andröceum viel rascher, und die Staubbeutel beginnen ihren Inhalt zu entleeren, wenn die Griffel zwar schon etwas Papillen tragen, aber meist noch ganz zusammengelegt sind. Die Blüthen von *S. peltata Torr.* sind also eigentlich stark protogynisch, physiologisch jedoch schwach protrandrisch. Es kommen hier ähnliche Ruhepausen in der Entwicklung der Sexualorgane vor, wie bei vielen der früher besprochenen *Cruciferen*blüthen.

Ich fand ziemlich viele Exemplare mit mehr als 5 Blüthentheilen.

6. Saxifraga tenella Wulf. (Taf. VII, Fig. 200 und 201.)

Die Blütheneinrichtungen dieser Art sind schon von K i r c h n e r (No. 34) untersucht; meine Beobachtungen wurden am 31. Juli und 1. August 1901 im Garten der L i n n a e a in B o u r g - S t. - P i e r r e gemacht.

K i r c h n e r s Mittheilungen gelten fast ohne Ausnahme auch für meine Exemplare. Ich kann höchstens noch einiges hinzufügen: Der Durchmesser der Krone meiner Blüthen betrug auch am Ende der Anthese nie 9, sondern nur 6—7 mm, im ersten, männlichen Stadium dagegen nur 2—5 mm. Der hellgrüne Kelch trägt ein sehr feines, dichtes Drüsenhaarkleid, während der Blüthenstiel kahl ist. Die flache, oft sogar vertiefte Oberfläche des unterständigen Fruchtknotens sondert reichlich Honig ab. — Der Grad der Dichogamie war hier ebenso stark, wie an K i r c h n e r s Exemplaren, auch beobachtete ich keine centripetalen Bewegungen am Ende der Anthese.

7. Saxifraga ajugaefolia L. (T. VII, Fig. 202—204.)

M a c L e o d (No. 52) nennt 4 Fliegenarten, welche diese Blüthen in den P y r e n ä e n besuchten. — Ich studierte die Bestäubungseinrichtungen dieser Art am 31. Juli und 19. August 1901 im Garten der L i n n a e a in B o u r g - S t. - P i e r r e.

Kelch und Blüthenstiel sind mit feinen Drüsenhaaren besetzt, Kelchzipfel und Blüthenstiel roth, die lanzettlichen Blumenblätter weiss gefärbt. Nur an der Basis werden die letztern schwach gelblich und zeigen dort auch einige nur schwer sichtbare, grünliche Adern. Ihre Länge beträgt 5—5,5 mm, während der Durchmesser der Blumenkrone im zweiten, ♀ Stadium 8—10 und sogar bis 11 mm beträgt.

Der Nektar wird von einem schmalen, wulstigen, höckerigen Ring, der nur undeutlich von dem

oberständigen Fruchtknoten sich abhebt, ausgeschieden und liegt, besonders im spätern Verlauf der Anthese, wo die Krone flach geöffnet ist, offen da.

S. ajugaefolia L. ist ausgesprochen protrandrisch, doch greifen die beiden Blüthenstadien noch so stark übereinander, dass spontane Autogamie möglich ist. Diese tritt mehr zufällig ein; eigentliche Autogamie herbeiführende Bewegungen der Staubblätter am Schluss der Anthese habe ich trotz der beständig regnerischen Witterung nie wahrnehmen können.

8. Saxifraga aquatica Lap. (Taf. VII, Fig. 105.)

Untersucht am 3. September 1901 nach konservierten Exemplaren aus dem botanischen Garten in Zürich (gesammelt den 16. Mai 1901).

Die weissen Blüthen haben anfangs einen Durchmesser von 8—10, später, und zwar sofort nach der Oeffnung der ersten Staubgefässe, einen solchen von 12—15 mm. Die Länge der Petalen beträgt 7—8 mm. Der Kelch trägt ein dichtes, hellgefärbtes, drüsiges Haarkleid. Der Fruchtknoten ist fast ganz unterständig; die Griffel sind ziemlich kurz, die Narben gross und löffelförmig. Der Nektar wird von der Oberfläche des Fruchtknotens etwas geborgen.

Die Blüthen dieser Art sind so stark protrandrisch dichogam, dass Autogamie ausgeschlossen ist. Am Ende der Anthese, wenn die Antheren oft schon ganz entleert sind, treten in einzelnen Blüthen noch centripetale Bewegungen der Staubblätter ein, die jedoch nur selten zu der ohnedies unnützen Berührung mit den Narben führen. In einzelnen seltenen Fällen scheint aber in diesem Moment doch Selbstbestäubung vorzukommen.

9. Saxifraga capitata Lap. (S. ajugaefolia × aquatica.) (Taf. VII, Fig. 206.)

Am 9. August 1901 im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die rein weissen, der Adern entbehrenden, nur unten etwas gelblich getönten Kronblätter haben eine Länge von ca. 5 mm. Der Durchmesser der weit geöffneten Blüthe beträgt 11—13 mm. Der schmutziggrüne, oben etwas bräunlich gefärbte Kelch und der Blüthenstiel sind mit einem sehr feinen drüsigen Haarkleid versehen. — Ein ziemlich breiter, wulstiger Ring auf der Oberfläche des mittelständigen Fruchtknotens sondert den Nektar ab, der ebenso leicht zugänglich ist, wie bei *S. aquatica Lap.* oder *S. ajugaefolia L.*, deren Blüthen doch hypogyn sind. Der Grad der Honigbergung hängt also durchaus nicht davon ab, ob der Fruchtknoten unter- oder oberständig sei.

Ich konnte wegen der vorgerückten Saison nur die zuletzt geöffneten Blüthen untersuchen. Diese waren alle so stark protrandrisch, dass Autogamie ausgeschlossen war. Die oft sehr langen Griffel gingen erst auseinander, wenn alle Staubgefässe verstäubt waren. — Ich fand einige Blüthen von *S. capitata Lap.* mit ganz verkümmerten Staubgefässen.

10. Saxifraga Wallacei Mc. Nab. (S. Camposii Boiss. et Reut.) (Taf. VII, Fig. 207 und 208 und Taf. VIII, Fig. 209 und 210.)

Am 4. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel und am 28. Juli 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der grüne Kelch besitzt rothe Anflüge. Auch der Blüthenstiel, der, wie der Kelch, sehr kurze Drüsenhaare trägt, ist roth gefärbt. Auf der Kronblättern finden sich 3, seltener 5, anfangs stark rothe, später grün werdende Adern. Die Kronblätter sind im übrigen rein weiss und haben eine Länge von 15—16 mm. — Der Fruchtknoten ist unterständig, der Nektarring in eine kleine Vertiefung versenkt und der Honig darum ziemlich gut geborgen.

Im Knospenstadium sind die beiderlei Sexualorgane in ihrer Entwicklung gleich weit vorgerückt. Aber schon vor dem Oeffnen der Krone strecken sich die Staubfäden rasch. Dies geht dann später noch weiter, bis die Antheren an der Umbiegungsstelle der Petala, d. h. am Ausgang des ziemlich tiefen röhrigen Theils der Krone angelangt sind. Zum Stäuben neigt sich dann jedes Staubgefäss stark nach innen. — Die Narben entwickeln sich erst, wenn nur noch wenige Antheren stäuben (Fig. 209). Autogamie,

wenigstens direkte, ist überdies durch die geringere Länge der Griffel erschwert. — Wenn die Antheren verstäubt sind, so neigen sich auch bald die Griffel wieder zusammen, um dann rasch zu verdorren.

11. Saxifraga canaliculata Boiss. et Reut. (Taf. VIII, Fig. 211—214.)

Am 29. Juli 1901 im Garten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die weissen Blüthen haben einen Durchmesser von 18—23 mm. Der grüne Kelch trägt grosse, sitzende Klebdrüsen, aber keine Haare. Die Kronblätter besitzen einen undeutlich abgesetzten, zu unterst gelblich gefärbten Nagel mit 3 grünen Längsadern. Der dunkelgelb gefärbte, breite, wulstige Nektarring ist während der ganzen Anthese von oben sichtbar. Die Antheren sind hellgelb gefärbt. Der Fruchtknoten ist unterständig.

Schon in der Knospe beginnen sich die ersten Staubbeutel zu öffnen. Es bestehen erhebliche zeitliche Differenzen im Stäuben der einzelnen Staubblätter, nicht aber zwischen den beiden Staubblattkreisen. Erst wenn die Antheren verdorrt oder abgefallen sind, bewegen sich auch die beiden Griffel nach aussen.

12. Saxifraga trifurcata Schrad. (Taf. VIII, Fig. 215—218.)

Am 30. Juli 1901 im Garten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die grünen Kelchblätter sind mit Ausnahme ihrer obersten Spitzen dicht mit kurzen Drüsenhaaren besetzt, ebenso die Blüthenstiele. Die ovalen, 6—7 mm langen, weissen, nur an der Basis etwas grünlich getönten Blumenblätter, welche 3 gabelige, jedoch nur schwer sichtbare Adern besitzen, bilden eine Krone von 9—11 mm Durchmesser, die sich nie vollständig ausbreitet, sondern trichterförmig bleibt und so den Nektar etwas birgt. Dieser ist jedoch bei näherem Zusehen an einzelnen Stellen immer von oben sichtbar.

Die Blüthen sind so stark protrandrisch, dass Autogamie ausgeschlossen ist. Schon in der Knospe beginnen die ersten Antheren zu stäuben. Während der Dauer des männlichen Stadiums (Fig. 215) ist unten in der Blüthe erst die Anlage zum Gynäceum als eine Vorragung des Blüthengrundes wahrzunehmen. Die Funktion des Andröceums geschieht mit grosser zeitlicher Differenz zwischen den beiden Kreisen, mit mässiger zwischen den einzelnen Staubgefässen.

13. Saxifraga pedemontana All. (Taf. VIII, Fig. 219.)

Anfangs Juni im Garten von Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die Blüthen dieser Art sind, wie bereits Kirchner (Nro. 34) mittheilt, etwas kleiner, aber sonst sehr ähnlich gestaltet, wie diejenigen der unten beschriebenen *S. decipiens Ehrh.* Der Blüthenstiel und der mit kurzen, aufrechten Zipfeln versehene Kelch tragen ein mässig dichtes Kleid von kurzen, weisskopfigen Drüsenhaaren. „Die weissen, mit 3 grünlichen (in meinen Blüthen waren sie anfangs roth) Längsadern versehenen Kronblätter breiten sich zu einem Blüthendurchmesser von 11 mm auseinander“ (Kirchner). Die Krone bildet aber hier einen tiefern und nach unten engern Trichter, als bei der oben zum Vergleich genannten Art, ja sie kann sogar bereits als röhrenförmig bezeichnet werden. Der von einer ganz kleinen, epigynen Scheibe abgesonderte Honig ist darum hier viel besser geschützt, als in jenen Blüthen und von oben nur selten sichtbar.

Ueber die Entwicklung der Sexualorgane dieser Blüthen sagt Kirchner: „Sie zeigen dieselbe ausgeprägte Protrandrie, wie zahlreiche andere Arten mit den entsprechenden (centripetalen) Bewegungen der Staubblätter und ohne die Möglichkeit spontaner Selbstbestäubung.“ Dies gilt auch für die von mir beobachteten Exemplare. In der Knospe waren dieselben homogam, d. h. die beiden Sexualorgane waren dort im Wachsthum gleich weit vorgeschritten. Selbst unmittelbar vor der Oeffnung der Krone und dem Beginn der Stäubung sind die beiden noch eng aneinander liegenden Griffel nur wenig kürzer, als die Staubfäden. Jene bleiben nun aber lange auf diesem Entwicklungsstadium stehen, während das Andröceum seine Funktion ausübt. Die Narben bilden sich erst, wenn kein Pollen mehr vorhanden ist. An manchen Blüthen beobachtete ich sogar ein neutrales Zwischenstadium.

14. Saxifraga decipiens Ehrh. (Taf. VIII, Fig. 220–222.)

Es liegen bereits blüthenbiologische Angaben über diese Pflanze vor von Warming (No. 70) aus Grönland und eine Besucherliste von Loew (No. 46) aus dem botanischen Garten zu Berlin. — Ich habe die Blumen am 2. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich und anfangs Juni 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel daselbst hinsichtlich ihrer Bestäubungseinrichtungen untersucht.

Der an einigen Stöcken etwas gelblichgrüne, an andern grüne, mit bräunlichen Spitzen versehene Kelch trägt ein dichtes Kleid aus dunkelgeknöpften Drüsenhaaren, unter welche aber oft auch noch gewöhnliche Haare eingemischt sind. Dieses Haarkleid wird gegen die Spitze der Kelchzipfel hin dünner. — Der Durchmesser der noch nicht völlig geöffneten Blüthe beträgt 7—8, die Höhe derselben ca. 10 mm; die Länge des Kronblattes beläuft sich auf 6—9 mm. Dasselbe ist gewöhnlich breit und stumpf, seltener etwas länglich geformt, besitzt keinen Nagel und trägt 3 deutliche, selten 3 stärkere und 2 schwächere Längsadern, die sich etwas oberhalb der Blattwurzel vereinigen. Im übrigen sind die Petalen rein weiss, höchstens zeigt ihre Wurzel einen leichten gelben Anflug. — Die Staubfäden sind kurz; der Fruchtknoten ist unterständig. Die immer etwas nach oben gewölbte Nektarscheibe ist breit entwickelt, da der Blumentrichter unten nicht besonders eng ist. Die Narben sind gross und löffelförmig.

In der Knospe schreiten auch hier beide Sexualorgane gleich rasch in ihrem Wachsthum vor, doch verstärkt sich die Streckung des Andröceums schon vor der Oeffnung der Krone sehr stark, so dass das Gynäceum jenem gegenüber in der Länge zurückbleibt. — Wenn schon alle Staubgefässe verdorrt sind und weit aussen in der Blüthe stehen, so sind die beiden Griffel noch zusammengelegt. Die Blüthen dieser Art sind demnach noch stärker dichogam, als diejenigen von *S. pedemontana All.* Zwischen das männliche und das weibliche Stadium ist hier noch ein kurzes neutrales, d. h. ungeschlechtliches Zwischenstadium eingeschaltet.

Ein im Garten des Herrn Fröbel wachsender Stock, der wahrscheinlich nicht der Vulgärform des polymorphen Typus *S. decipiens Ehrh.* angehört, wie die oben beschriebenen Exemplare, trug schwächer protrandrische Blüthen. Die beiden Stadien griffen hier noch stark übereinander und am Schluss der Anthese trat Autogamie durch centripetale Bewegungen einzelner Staubfäden ein.

Nach Warning (Nro. 70) sind die Blüthen von *S. decipiens Ehrh.* (*caespilosa auct. non L.*) in Grönland homogam und üben Autogamie aus. Der Nektar liegt ganz offen.

15. Saxifraga latifolia Ser. (Taf. VIII, Fig. 223 und 224.)

Anfangs Juli 1901 im botanischen Garten in Zürich untersucht.

Die Blüthen stehen in dichten, scheintraubigen Inflorescenzen. Die grünen, am Ende des ersten, weiblichen Zustandes sich vertikal nach unten zurückschlagenden Kelchblätter sind mit wenigen kurzen, dunkeln Drüsenhaaren besetzt. Die weisslichgrünen Kronblätter lassen nur 3 ganz schwache Längsadern erkennen. Der Durchmesser der Krone beträgt 7—8, die Länge der Petalen 3 mm. Der zum grössten Theil unterständige Fruchtknoten sondert auf seiner wulstigen Oberfläche den Nektar ab.

Die Blüthen von *S. latifolia Ser.* sind so stark protogynisch, dass Autogamie fast sicher ausgeschlossen ist: Wenn das erste Staubgefäss geöffnet und kaum ein wenig nach innen geneigt ist, so beginnen die Narben schon zu verwelken (Fig. 223).

16. Saxifraga palmata Lap. (S. geranioides L.)

Im Juni 1901 bei Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Kelch trägt dicht stehende, gross- und weisskopfige Drüsenhaare. Die weissen, mit 3 grünlichgelben Längsadern und einem langen aber nicht scharf abgesetzten Nagel versehenen Kronblätter erreichen eine Länge von 11—15 mm. Der Nektar, von der höckerigen Oberfläche des gänzlich unterständigen Fruchtknotens abgesondert, wird anfangs schwach, später gar nicht mehr bedeckt.

Die Blüthen sind ziemlich schwach protrandrisch: Wenn die schlanken Griffel mit den sehr grossen, löffelförmigen Narben noch zusammengelegt aber bereits mit empfängnissfähigen Enden ver-

sehen sind, so sind erst einzelne Staubgefässe verwelkt, andere noch im vollen Stäuben begriffen und einige sogar noch ganz geschlossen. Autogamie ist möglich und wurde am Ende der Anthese auch beobachtet.

17. Saxifraga ceratophylla Willd. (S. decipiens Ehrh. var. quinquefida Haw.)

(Taf. VIII, Fig. 225.)

Anfangs Juni 1901 bei Herrn Fröbel untersucht.

Der Kelch ist dicht mit weissknopfigen Drüsenhaaren bekleidet. Die weissen, mit 3 oder 5 gelblichen Längsadern gezeichneten Kronblätter sind 7 mm lang. Der Nektar wird von einem schwach dunkler gefärbten breiten Ring abgesondert und ist anfangs von oben kaum sichtbar, weil die Krone längere Zeit nur halb geöffnet ist und dann einen nach unten ziemlich eng zulaufenden Kegel oder Trichter darstellt.

Die Staubblätter verstäuben ziemlich langsam nacheinander. Der Fruchtknoten ist ganz unterständig. Die löffelförmigen Narben sind noch zusammengelegt, wenn schon kein Pollen mehr in den vertrockneten Staubbeuteln enthalten ist. Ich fand daneben aber auch noch andere, schwächer dichogame Blüthen, in denen zufällig etwa spontane Selbstbestäubung zu Stande kam. Eigentliche Autogamiebewegungen der Staubblätter habe ich aber auch hier nie beobachtet. — Ich fand mehrere Exemplare von Blüthen mit theilweise verkümmerten Staubblättern.

18. Saxifraga „rosulario“ hort. (S. rosularis Schott. ?) (Taf. VIII, Fig. 226.)

Eine so bezeichnete, nicht näher bestimmte Form wurde am 20. Mai 1901 bei Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Kelch und Blüthenstiel sind dicht mit langen, hell gefärbten Drüsenhaaren bekleidet. Der Krondurchmesser beträgt ca. 12 mm. Die ovalen, weissen, mit 3—5 schwachen Adern versehenen Kronblätter sind 6—7 mm lang. Die kurzen Filamente biegen sich beim Beginn des Stäubens wie bei *S. peltata Torr.* mehr an ihrem obern Ende als unten. Der Fruchtknoten ist unterständig, seine den Nektar sezernierende Oberfläche sogar etwas eingesenkt. Der Nektar liegt offen da, weil die Krone sich nach unten nicht verengert und immer stark geöffnet ist und weil die schwache oder gar nicht vorhandene Bewegung der Staubfäden keine Deckung bewirken kann.

Es bestehen starke zeitliche Differenzen in der Funktion der einzelnen Staubblätter, nicht aber zwischen den beiden Kreisen. Die Blüthen sind protrandrisch, doch ist Autogamie nicht gänzlich ausgeschlossen, da noch 1—3 Antheren ganz geschlossen sind und ca. 4 stark stäuben, wenn die Narben bereits ausgebildet und die beiden Griffel auseinandergeneigt sind. Ich sah dennoch nie Selbstbestäubung eintreten, da die Staubfäden sich gewöhnlich nicht genügend mit nach innen bewegen und bedeutend länger als die Griffel sind. Spontane Selbstbestäubung kommt wahrscheinlich nur etwa durch Zufall zu Stande.

Wie bei sehr vielen verwandten Arten öffnen sich die Endblüthen der Inflorescenz viel früher, als die übrigen: Wenn jene am Ende des zweiten Stadiums anlangen, sind die übrigen meist noch geschlossen.

19. Saxifraga Churchilli hort. (Taf. VIII, Fig. 227—229.)

Die im Garten des Herrn Fröbel so bezeichneten Pflanzen untersuchte ich am 30. April, 3. u. 5. Mai 1901. Diese Form ist auf jeden Fall nahe verwandt mit *S. decipiens Ehrh.*, wahrscheinlich sogar identisch mit irgend einer Unterart oder Abart jenes polymorphen Typus. (Wie in den andern Fällen, wo ich keine genauere Bestimmung mehr durchführte, wird es mir jederzeit möglich sein, dieselbe durchzuführen.)

Die Blüthen bilden dichte Inflorescenzen. Die Endblüthe öffnet sich lange vor den andern und ist auch etwas grösser. — Der wenig tief gespaltene, grüne Kelch zeigt auf einer Seite gewöhnlich einen leichten, bräunlichen Anflug und trägt ganz kurze, dichte, dunkel gefärbte Drüsenhaare. Die Krone hat eine Oeffnung von ca. 12 mm und eine Höhe von 8—10 mm. Die Petala sind rund bis länglichrund und besitzen gar keine deutlich abgesetzten Nägel. Drei nach unten gabelig sich vereinigende Linien von grüner Farbe, sowie die grünliche Färbung der Basis der Blumenblätter wirken als schwacher Schauapparat.

Die Staubfäden tragen, wie bei allen andern Arten, dicke, introrse, basisfixe Antheren und sind in 2 Kreisen angeordnet. Der unterständige Fruchtknoten geht nach und nach in die beiden Griffel über. Er ist umgeben von einem den Nektar absondernden, schwach vertieften Ring, gegen den er wiederum nur undeutlich abgesetzt ist. Ausserhalb dieses Nektarringes stehen die Filamente. Zwischen je 2 Filamentwurzeln springt das Nektarium, wie bei den meisten Arten, etwas nach aussen vor. Der Nektar ist nur am Anfang der Anthese, wo die Krone noch nicht weit geöffnet ist, einigermassen gut geschützt, sonst aber nur wenig geborgen.

Die Blüthen dieser Pflanze sind ausgeprägt protrandrisch. Beim Beginn des Oeffnens der Krone (Fig. 228) sind die Staubfäden noch ganz kurz, das Gynäceum aber ist noch gar nicht sichtbar. Wenn 2—3 Staubblätter des äussern Kreises in Thätigkeit getreten sind, so öffnen sich in mässig langsamer Reihenfolge auch die andern. Wie immer richtet sich jedes Staubblatt vor dem Stäuben auf, bis seine Anthere nahezu über der Mitte der Krone steht, und streckt sich unterdessen noch bis zu seiner definitiven Länge. Dadurch wird die unterdessen als kleiner Höcker auf dem Blüthenboden aufgetretene Anlage der Griffel dem Blick von oben zum Theil entzogen. Da sich das Andröceum langsam entwickelt und jedes Staubblatt nach Vollendung seiner Thätigkeit wieder nach aussen geht, so stehen nie mehr als etwa 3 Staubgefässe aufgerichtet über dem Blüthencentrum. Wenn die letzten Antheren verstäubt sind, so lassen sich an der Anlage des Gynäceums bereits deutlich die beiden Griffel unterscheiden. Diese sind aber noch eng aneinander gepresst oder sogar übereinandergelegt und tragen noch keine Narben. Auch haben sie ihre endgültige Länge, die gleich derjenigen der Staubfäden ist, noch nicht erreicht. Obwohl also durchaus keine spontane Autogamie möglich ist, so sieht man doch häufig, unmittelbar bevor die Antheren der wieder ganz zurückgelegten Staubfäden ihren letzten Rest von Blumenstaub verlieren, mehrere Staubblätter sich aufrichten und über das Centrum der Blüthe neigen. Diese Erscheinung tritt auch bei andern Arten häufig ein und ist in den Fällen, wo sie keinen Erfolg mehr haben kann, wohl als Atavismus aus einer Zeit mit schwächerer Dichogamie aufzufassen. — Bei *S. Churchilli hort.* kommt übrigens diese Erscheinung durchaus nicht an allen Blüthen vor. — Nachdem die Narben abgestorben sind, beginnt der Fruchtknoten anzuschwellen.

Die von mir bei Herrn Fröbel untersuchten Exemplare variierten ziemlich stark in Bezug auf die Zahl der Blüthentheile.

20. Saxifraga globulifera Desf. (S. granatensis Boiss. et Reut.)

Am 29. Juli 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der Kelch der völlig epigynen Blüthen trägt sehr kurzgestielte Drüsenhaare. Die Form der Krone ist glockig, ihr Durchmesser beträgt ca. 16 mm. Die Krone ist aber lange nicht so tief und unten nicht so eng, wie bei *S. pedemontana All.* Dennoch ist die dunkelgrüne Nektarscheibe von oben nur schwer sichtbar. Die Petala sind weiss und besitzen je drei nach unten konvergierende und etwas über der Basis sich vereinigende Längsadern. Der Krondurchmesser beträgt ca. 16 mm.

Die zeitliche Differenz im Aufbrechen der einzelnen Staubgefässe ist verschwindend gering, diejenige zwischen den beiden Staubblattkreisen dagegen bedeutend. Die Blüthen sind ausgeprägt protrandrisch, jedoch nicht so stark, wie z. B. bei *S. decipiens Ehrh.*: Wenn sich die Staubfäden wieder nach aussen bewegen und ihre Antheren noch Pollenstaub enthalten, so öffnen sich bereits die beiden Griffel. Autogamie wäre dann noch möglich, falls entsprechende Bewegungen der Staubblätter einträten. Diese bleiben aber immer aus. Ich habe überhaupt nie spontane Selbstbestäubung beobachtet.

21. Saxifraga stenophylla Royle. (S. flagellaris Willd.) Taf. VIII, Fig. 230-232.)

Ich untersuchte diese ebenfalls mit *S. decipiens Ehrh* sehr nahe verwandte Form im Garten des Herrn Fröbel in Zürich im Juni 1901.

Der Kelch ist dicht mit kurzen, dichten Drüsenhaaren besetzt. Der Krondurchmesser beträgt 9 bis 10, die Länge der weissen Blumenblätter 4,5—5 mm. Der Fruchtknoten ist ganz unterständig, so

dass die warzige Nektarscheibe, auf der die beiden Griffel sitzen, sogar etwas eingesenkt ist. Die Blüthen gehören zu der Müller'schen Klasse A.

Die Art blüht ebenfalls sehr stark protrandrisch: Während des ersten, männlichen Stadiums stellen die Griffel noch einen kleinen, auf der Nektarscheibe sitzenden Höcker dar. Auch wenn sich die letzten Antheren entleeren, ist das Gynäceum meist noch nicht reif. In vereinzelten Blüthen fand ich allerdings dann schon 2 mit papillösen Narben gekrönte und auseinandergeneigte Griffel. Autogamiebewegungen der Staubblätter kommen aber nicht vor. Gegen Ende der Anthese schliesst sich die Krone meistens wieder etwas, oft so stark, dass sie die Staubblätter an die Griffel anpresst. (Ich beobachtete bei regnerischer Witterung!) Ich sah jedoch auch auf diese Art nur in 2 Fällen sicher Autogamie eintreten, da gewöhnlich die Narben zu dieser Zeit schon tot waren.

22. Saxifraga varians Sieber. (part. S. muscoides auct.) (Taf. VIII, Fig. 233 und 234.)

Wurde am 8. August 1901 am Grossen St. Bernhard untersucht.

Die Blüthen dieser Art erreichten einen Durchmesser von 6—7 mm. Die Blumenblätter sind grünlichweiss, mit grüner oder rother Mittellinie; die Antheren sind innen braungelb, aussen roth gefärbt. Der Fruchtknoten ist stark unterständig, die warzige Nektarscheibe deshalb im Centrum etwas konkav und nur aussen wulstig. Der Nektar ist nicht geschützt.

Wenn die Antheren zu stäuben beginnen, so stellt der obere, freie Theil des Gynäceums nur erst einen kleinen Höcker im Blüthengrunde dar, und wenn jene am Ende ihrer Thätigkeit angekommen sind, so sind die Griffel wenigstens immer noch nicht auseinandergespreizt. Autogamie ist also ausgeschlossen. Es kommen auch keine Autogamiebewegungen der Staubblätter vor.

Ich fand auf verschiedenen Stöcken biologisch etwas voneinander abweichende Exemplare dieser Blüthen. Die einen, besonders auf der Passhöhe häufigen, besassen dünnere und roth gefärbte Blüthenstiele und Kelchblätter, etwas kleineren Blüthendurchmesser und oft röthliche, immer aber deutlich roth gefleckte Petalen. Sie waren stärker protrandrisch als die übrigen, besonders als diejenigen auf der Südseite des Grossen St. Bernhard und in etwas tiefern Lagen beobachteten Exemplare. Auch entwickelten sich die Staubblätter jener kleinern, rothstieligen Blümchen in etwas langsamerer Reihenfolge. Im übrigen unterscheiden sich die beiden Formen gar nicht voneinander. Sie sind um so schwerer voneinander zu unterscheiden, als Uebergänge vorkommen und alle die genannten Verschiedenheiten auch in ihrer stärksten Ausbildung mit Ausnahme der Kelch- und Stielfärbung nur ganz gering sind. — Besonders deutlich ist jedoch zu beobachten, dass alle diese Abänderungen gleichzeitig und immer an allen Blüthen eines Stockes auftreten.

23. Saxifraga paradoxa Kit. (S. moschata Wulf. var. pygmaea Haw.) (Taf. VIII, Fig. 235 und 236.)

Bereits von Kirchner (No. 34) untersucht. Meine Beobachtungen an diesen Blüthen wurden am 18. Mai 1901 bei Herrn Fröbel in Zürich gemacht.

Wie bei vielen andern Arten mit gedrängten Blüthenständen, ist auch hier die Endblüthe stark gefördert. Sie hat 9 mm im Durchmesser, während die übrigen nur 6—7 (nach Kirchner ca. 8) mm messen. Wenn die oberste Blüthe schon am Ende des weiblichen Stadiums angelangt ist, so beginnen sich in den andern erst die Antheren zu öffnen. — Der hellgrüne Kelch trägt nur an seiner Basis einige Drüsenhaare, der Blüthenstiel jedoch ist reichlicher mit solchen versehen. Die 4—5 (nach Kirchner 3) mm langen, weissen Petala haben eine gelbliche Basis und eine kaum sichtbare Mittellinie und sind nie so stark geöffnet, wie an Kirchners Exemplaren. Der Fruchtknoten ist unterständig, der breite Nektarring aber doch gewöhnlich noch ganz schwach erhöht, oft aber auch flach oder sogar etwas konkav. Der Honig wird nur zeitweise etwas geborgen.

Ich fand die Blüthen, gleich wie Kirchner, so ausgeprägt protrandrisch dichogam, dass spontane Selbstbestäubung ausgeschlossen war. Die Differenz im Aufbrechen der beiden Reihen von Staubgefässen ist ziemlich gering.

24. Saxifraga stellaris L. (Taf. VIII, Fig. 237.)

Kleinere Daten liegen vor von Schulz (No. 63), Ekstam, Lindmann und Warming. Ausführlicher wurden die Blüthen von H. Müller (No. 56) beschrieben. Ich untersuchte sie am 8. August 1901 beim Hospiz auf dem Grossen St. Bernhard.

Der kahle, grasgrüne Kelch ist von Anfang an stark zurückgeschlagen, so dass seine Blätter dem Blüthenstiel eng anliegen. Der Krondurchmesser beträgt 7—9 mm. Die im spätern Verlauf der Anthese sehr häufig abfallenden Blumenblätter sind weiss, tragen aber nahe ihrer Basis 2 dreieckige bis runde, chromgelbe Flecken. Das Gynäceum ist weiss, die Antheren sind rostfarben; der von einem schmalen, rothbraunen Nektarring an der Basis des ganz oberständigen Fruchtknotens abgesonderte Honig ist gar nicht geschützt. Die letztern Verhältnisse sind jedoch schon durch die Beobachtungen H. Müllers bekannt geworden.

Die Staubblätter treten, wie an Müllers Exemplaren, fast gleichzeitig in Funktion, und zwar beginnen sie sich meistens schon in der Knospe zu öffnen. Sie neigen bei Beginn ihrer Thätigkeit nur schwach nach innen. Das Auseinanderspreizen der Griffel und die Narbenbildung an ihren Enden beginnt, wenn sich noch alle Staubblätter in Funktion befinden, so dass Autogamie durch Zufall möglich ist. Sie tritt übrigens am Schluss der Anthese durch centripetale Bewegungen einzelner Staubblätter sehr oft mit grösserer Sicherheit ein. Meine Blüthen waren nach dem Gesagten bedeutend weniger dichogam, als die von H. Müller ebenfalls in den Alpen beobachteten. Dies beweist, zusammen mit den Angaben von Ekstam, Lindmann und Warming, welche von homogamen und protogynen Blüthen berichten, dass die Bestäubungseinrichtungen dieser Art sehr starke lokale Abänderungen aufweisen. — In meinen Blüthen enthielten die Staubbeutel meistens noch Pollenkörner, wenn die Narben schon tot waren.

25. Saxifraga capillaris h. (Taf. VIII, Fig. 238—242.)

Ich untersuchte die im Garten des Herrn Fröbel in Zürich so bezeichnete und wahrscheinlich mit der zuletzt beschriebenen Art sehr nahe verwandte Form, ohne sie genauer zu bestimmen, am 16. Mai 1901.

Der Durchmesser der weit geöffneten Blüthen im ersten Stadium beträgt 10—12 mm. Die Kelchblätter sind nur etwa $^1/_4$—$^1/_6$ so lang wie die Petalen. Sie sind kahl und von grüner Farbe und während des ersten Stadiums der Anthese nach unten zurückgeschlagen. Die Blumenblätter haben eine Länge von durchschnittlich 6 mm. Sie sind weiss, besitzen eine kaum sichtbare Mittellinie und deutliche, grosse, im ersten Stadium roth, im zweiten gelb gefärbte, unregelmässig in der Mitte des Blattes angeordnete Punkte und eine grünliche Wurzel. — Der den kleinen, oberständigen Fruchtknoten umgebende Nektaring ist ganz schmal und sondert den Honig frei sichtbar ab. Die langen, dünnen Filamente richten sich bei Beginn des Stäubens ihrer Anthere auf und legen sich nachher wieder an die Krone an.

Die Blüthen von *S. capillaris h.* sind ausgeprägt protrandrisch. Zwischen die beiden Zustände der Blume ist sogar ein ziemlich langes neutrales Zwischenstadium eingeschaltet. Autogamie ist also durchaus unmöglich. Die Antheren beginnen schon vor der Oeffnung der Corolle zu stäuben (Fig. 241); indem sich dabei die Staubfäden rasch strecken, wird die Krone auseinandergedrängt. Wenn die Staubblätter, deren beide Kreise eine erhebliche zeitliche Differenz aufweisen, verstäubt sind, so beginnt das jetzt noch ganz kleine und unentwickelte Gynäceum sich etwas zu vergrössern, die Griffelanlagen erscheinen rasch, breiten sich, wenn sie länger geworden sind, auseinander und erhalten Narben. Die Antheren waren schon vor dem Sichtbarwerden der Griffel leer und sind nun abgefallen. Gleichzeitig wendet sich der Blüthenstiel, so dass die Blume hängend wird (Fig. 239). Dieser Vorgang vollzieht sich jedoch nicht immer. Die Kelchblätter legen sich nun wieder an die Krone an, die Petalen schlagen sich nach unten um, und die rothen Punkte werden schön gelb. An Stelle der rothen Antheren und der dünnen Filamente stehen jetzt nur noch die letztern. An ihren Enden stark angeschwollen und weisslich geworden, breiten sie sich nach oben sternförmig aus (Fig. 239). Der untere Theil des Gynäceums mit dem Nektarring hat sich gelb gefärbt, die übrigen Theile sind grün geblieben. Die Blüthe sieht in diesem neuen Kleid ihrem Anfangsstadium (Fig. 238) kaum mehr ähnlich. Sie ist kleiner und hängend geworden, und alle ihre Formen und

Farben, mit Ausnahme des Weiss' der Krone, haben sich verändert. — Weder bei der Krümmung des Blüthenstieles noch bei irgend einer andern der beschriebenen Veränderungen sind Welkungserscheinungen bemerkbar, — dauert doch die Anthese nach diesen Veränderungen noch längere Zeit! Ich unterlasse es absichtlich, hier und in andern ähnlichen Fällen auf die Bedeutung dieser Erscheinungen zur Anlockung der Blumengäste und zur Unterscheidung der beiden Stadien hinzuweisen, weil dies jeder Leser ohne Mühe selbst thun kann und weil anderseits gerade die Bedeutung der Formen und Farben der Blüthen in neuerer Zeit wiederholt bezweifelt worden ist. Ich habe mich letzten Sommer öfter mit dieser Frage beschäftigt und zahlreiche sie beantwortende Experimente und Beobachtungen gemacht, auf die ich in einer spätern Arbeit zu sprechen kommen werde. Vorläufig beschränke ich mich aber darauf, derartige „Schauapparate" ausführlich zu beschreiben, ohne ihre Bedeutung im Haushalt der Natur angeben zu wollen.

26. Saxifraga aspera DC. (Taf. IX, Fig. 243—246.)

Die Blüthen wurden bereits von H. Müller (No. 56) biologisch untersucht. Meine Mittheilungen beschränken sich auf die Angabe neuer Daten und beziehen sich auf Pflanzen, die ich Anfangs August 1901 in Bourg-St.-Pierre und am Grossen St. Bernhard untersuchte.

Der Kelch ist kahl oder nur mit wenigen Drüsenhaaren versehen. Die den zuerst aufbrechenden Staubgefässen opponierten Kronblätter sind grösser, als die andern. Die Punkte auf den Petalen bleiben bei einzelnen Exemplaren immer roth, bei andern werden sie später gelb, und bei manchen sind sie von Anfang an gelb gefärbt. Viele Blüthen haben oben rothe und gegen die Basis hin gelbe Punkte. Auf solche beziehen sich auch unsere Figuren. Die meist weissen Petalen zeigen aber oft auch einen gelblichen Anflug.

In jungen Knospen ist das Gynäceum eher stärker entwickelt, als das Andröceum. Später aber sind diese Blüthen, gerade wie Müllers Exemplare, protrandrisch mit neutralem Zwischenstadium; Autogamie ist also ausgeschlossen.

27. Saxifraga bryoides L. (Taf. IX, Fig. 247—250a.)

Wie bei voriger Art wurde die Protrandrie zuerst von Engler (No. 17) nachgewiesen. Nach Kerner (No. 29) dauert die Blühzeit 8 Tage. Ausführliche Untersuchungen dieser Blüthen verdanken wir H. Müller (No. 56). Meine Beobachtungen wurden am 8. August 1901 auf dem Grossen St. Bernhard ausgeführt.

Die wie bei *S. aspera L.* immer aufgerichteten Kelchblätter sind grün, oft braun gestrichelt und mit wenigen kurzen, kleinkopfigen Drüsenhaaren versehen. Die Blumenblätter sind 5—6 mm lang und schmäler, als bei voriger Art. Sie sind, wie diejenigen an Müllers Exemplaren, gelb gesprenkelt. Der Krondurchmesser beträgt 6—7, später 9 bis 10 mm. Die Griffel sind von Anfang an bräunlich gefärbt, der oberständige Fruchtknoten ist grün. Die Blüthen gehören nach Müller zur Klasse AD, wie diejenigen von *S. aspera L.*

Umgekehrt, wie bei den von mir beobachteten Blüthen von *S. aspera L.* ist hier die zeitliche Differenz im Stäuben der einzelnen Antheren bedeutender, als diejenige zwischen den beiden Staubblattkreisen. Meine Exemplare von *S. bryoides L.* blühten schwächer protrandrisch, als Müllers und als diejenigen von *S. aspera L.* Die Stadien griffen noch übereinander. In allen Blüthen kommen am Schluss der Anthese centripetal gerichtete Staubblattbewegungen vor, die aber nur in einigen, mit langlebigem Gynäceum versehenen Exemplaren zur Autogamie führten. Auch schon früher kommt in manchen Blüthen zufällig spontane Selbstbestäubung zu Stande.

28. Saxifraga bronchialis L.

Mitte Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der grüne, auf einer Seite mit braunem Anflug versehene Kelch und der rothe Blüthenstiel tragen kurze, dichtstehende, weisse Drüsenhaare. Die mit 3 zum Theil verzweigten, anfangs rothen, später verbleichenden Adern versehen, 13—14 mm langen, ziemlich schlanken Petalen bilden, obschon sie keine

deutlich abgesetzten Nägel besitzen, eine unten sehr enge, trichterförmige Krone von 20—25 mm Höhe. Die Filamente sind weiss. Das Gynäceum ist unterständig, der Nektarring darum trotz der unten engen Krone ziemlich breit. Der Honig ist gut geborgen. Die Staubfäden sind länger, als die Griffel. Die Narben besitzen auf der Oberseite rinnenförmige Vertiefungen.

Die Blüthen von *S. bronchialis L.* sind ebenfalls stark protrandrisch. Die beiden Gechlechtsstadien greifen nur noch wenig übereinander. Die schon früher mit Narben versehenen Griffel spreizen aber erst stärker auseinander, wenn die Staubgefässe abgefallen oder verdorrt sind, so dass Autogamie ausgeschlossen ist. — Die Knospen sind nur schwach protrandrisch.

29. Saxifraga tricuspidata Retz.

Warming (No. 70) sah in Grönland fast ganz homogame Blüthen mit Selbstbestäubung. Ich studierte die Blüthen dieser Art am 23 September 1901 nach konserviertem Material aus dem Alpengarten von Bourg-St.-Pierre.

Der schmutzig grüne Kelch trägt ziemlich dichtstehende, sehr lange, weisse, mit grossen, runden, röthlichen Enden versehene Drüsenhaare. Die 3—3,5 mm langen, weissen an der Basis gelb gefärbten Kronblätter tragen 3 Adern, die sich ziemlich hoch über der Wurzel des Blattes gabeln. Der Fruchtknoten ist ganz unterständig, die gelbe Honigscheibe sogar konkav.

Die Blüthen sind mässig stark protrandrisch. Ich fand auch einige schwach protrandrisch dichogame Blüthen mit fast ganz geschlossen bleibender Krone. Autogamie tritt auch in den am stärksten dichogamen Exemplaren gegen Ende der Anthese immer ein. Während die Filamente ziemlich kurz sind und sich nur ganz wenig nach innen bewegen, spreizen die Griffel im zweiten, weiblichen Stadium sehr stark auseinander und bringen so die grossen, löffelförmigen Narben doch an dieselbe Stelle in der Blüthe, wo vorher die stäubenden Antheren standen. — Ich fand Exemplare mit extrem kleinen Staubblättern. Die Blüthen variieren überhaupt sehr stark.

30. Saxifraga aizoides L. (Taf. IX, Fig. 251 und 252.)

Nach Engler (No. 17) ausgeprägt prodrandrisch. Die Blüthen wurden ferner von H. Müller (No. 56) im Suldenthal, von Warming in Grönland, Spitzbergen und Finmarken (No. 70), sowie von Schulz (No. 63) und Axell (No. 1) so eingehend untersucht, dass ich mich hier darauf beschränken kann, meine neuen oder von den Resultaten jener Forscher abweichenden Befunde anzugeben. Ich untersuchte die Pflanze vom 7.—10. August 1900 auf der Fürstenalp und am Montalin (ob Chur), im September 1900 im Avers und am 10. August 1901 am Grossen St. Bernhard (Wallis).

Die auf der Fürstenalp und Umgebung beobachteten Blüthen waren etwa so gross, wie die Exemplare Müllers. Die Pflanze kommt dort an feuchten, schattigen Hängen sehr zahlreich und häufig vor, viel häufiger als in manchen andern Theilen Graubündens, z. B. im Avers.

Auch bei dieser Art neigt sich jedes Staubblatt vor dem Beginn des Stäubens durch Krümmung der Wurzel des Filaments über das Centrum der Blüthe und geht nach der Entleerung der Anthere ebenso wieder nach aussen. Ich suchte nun bei dieser Art im August 1901 auf der Fürstenalp einmal genau die Reihenfolge des Beginns der Thätigkeit der Staubblätter innerhalb der beiden Kreise durch zahlreiche Beobachtungen zu ermitteln. Die Resultate dieser Beobachtungen sind in den beiden schematischen Darstellungen Fig. 251—252 vereinigt. Das Schema Fig. 251 bezieht sich auf 24, dasjenige in Fig. 252 auf 31 genau untersuchte Blüthen. Andere Fälle, als die in diesen Darstellungen notierten kamen nicht vor. Diese beiden Schemata Fig. 251 und 252 sind so konstruiert worden, dass das immer zuletzt aufspringende und in allen jüngern Blüthen durch seine Kürze auffallende kelchständige Staubblatt gegen den Beobachter, in der bildlichen Darstellung also nach unten gewendet wurde. Befindet sich dann das Deckblatt, resp. (für der Endblüthe) die nächstuntere Blüthe schief links vorn, so verläuft die Spalte zwischen den beiden Fruchtblättern, die in den Diagrammen durch einen schiefen Strich im centralen runden Feld, welches das Gynäceum darstellt, angedeutet ist, von rechts oben nach links unten, und das zuerst sich öffnende Kelchstaubblatt ist nun dasjenige links oben und die Blüthe entspricht der Darstellung in Fig. 251. Wenn dagegen das Deckblatt rechts steht und die Spalte von links oben nach rechts unten verläuft, so bricht zuerst die Anthere des Kelchstaubblattes rechts oben auf und die ganze übrige Reihenfolge des Stäubens der An-

theren dieses Staubblattkreises, die aus Fig 252 abgelesen werden kann, wird dadurch so geändert, dass das jetzt entstehende Bild symmetrisch zu dem ersten ist. Es kommen also zwei gewissermassen enantiomorphe Blüthenformen vor. Dies gilt auch in Bezug auf das Stäuben des innern Kreises, wie aus den beiden Darstellungen zu ersehen ist. Es bleibt nun nur noch zu bemerken, dass die erste Anthere des innern Kreises zu stäuben beginnt, wenn das dritte oder vierte äussere Staubblatt sich öffnet. — Da nicht nur das Oeffnen der Antheren, sondern auch das Wachsthum und die Bewegung der Filamente nach dieser Ordnung erfolgt, so beherrscht dieselbe das ganze Aussehen der Blüthe während des ersten, männlichen Stadiums und ist, wenn sich erst der Blick etwas geübt hat, sofort zu erkennen und auch an zahlreichen andern der in dieser Arbeit behandelten Saxifraga-Blüthen wahrzunehmen. Oft geschieht sie allerdings so rasch, dass sie nicht mehr verfolgt werden kann. (Weiteres hierüber S. bei *S. Huetiana Boiss.* und in der Zusammenfassung am Schluss.)

Ich fand nicht nur, wie dies H. Müller für seinen Beobachtungsort angiebt, einige wenige rothe Blüthen unter zahllosen hell gefärbten, sondern ebenso viel ganz dunkel carminrothe Formen wie hell grüngelbe, sowie alle Uebergänge zwischen den beiden. Die letztern waren aber an einigen Orten weniger häufig, als die Extreme. An einem Stock kamen gewöhnlich nur gleich gefärbte Blüthen vor. Eine Abhängigkeit der Blüthenfarbe vom Boden, von der Belichtung etc. habe ich trotz langen Suchens nicht wahrnehmen können, immerhin konnte ich an einzelnen Orten wahrnehmen, dass oft einige Quadratfuss weit die eine und nebenan die andere Farbe dominiert. — Bei Andeer und Ausser-Ferrera im Avers fand ich beim Durchwandern nur sehr vereinzelte Exemplare der Pflanze. Diese trugen aber ausnahmslos ganz rothe Blüthen, die überdies etwas kleiner waren, als die auf der Fürstenalp. — Am Grossen St. Bernhard fand ich zahlreichere, wenn auch nicht so viele Exemplare der Pflanze, wie auf der Fürstenalp. Sie sind dort gewöhnlich etwas krautiger und höher gewachsen, als an letzterem Ort und besitzen gleichgrosse, aber ausschliesslich gelb gefärbte und leicht röthlich gefleckte Blüthen.

Eingeschlechtliche Endblüthen (Schulz) habe ich trotz langen Suchens weder auf der Fürstenalp noch anderswo finden können. Die endständigen Blumen blühen immer ziemlich früher auf, als die übrigen. Monstrositäten, Verwachsungen von Blüthen und Blüthentheilen, Durchwachsungen, Vermehrung der Zahl der Blüthentheile, Vergrünungen etc. waren auf der Fürstenalp sehr häufig, ebenso Missbildungen infolge von Pilzen.

31. Saxifraga Hausmanni Kerner. (S. aizoides × mutata Girtanner.)

Auch dieser Bastard der eben besprochenen Art ist im Gebiet des Grossen St. Bernhard, besonders auf der Südseite desselben, sehr häufig. Ich untersuchte die Pflanze dort am 30. Juli 1901.

Die Blüthen gleichen im Habitus denen von *S. aizoides L.* sehr. Der Durchmesser beträgt 11 mm. Die Wurzel und die Spitze jedes Kelchblattes ist grasgrün, die mittlere Parthie etwas bräunlichgrün gefärbt. Die langen, ziemlich schmalen Petalen besitzen keine Flecken und sind ohne Ausnahme orangegelb, die Filamente ebenso, oft nur noch etwas dunkler gefärbt. — Der Fruchtknoten ist mittelständig und sezerniert auf seiner braunen, höckerigen Oberfläche den Nektar. Die Griffel sind gross und grünlich.

Die Blüthen sind ebenfalls stark protrandrisch. In der Knospe überragen die Staubfäden das Gynäceum nur ganz wenig, oft gar nicht. Die Griffel breiten sich erst auseinander, wenn die Narben abgefallen sind. — Auch hier blühen, wie bei der soeben besprochenen Stammart und vielen andern Arten der Gattung, die endständigen Blüthen bedeutend früher auf, als die tiefer gelegenen. Einen Grössenunterschied oder ein abweichendes Verhalten des Sexualapparates, welches bei andern Arten gelegentlich auch vorkommt, habe ich dagegen nicht wahrnehmen können.

32. Saxifraga patens Gaud. (S. aizoides × caesia.) (Taf. IX, Fig. 253—256.)

Am 16. Mai 1901 bei Herrn Fröbel untersucht.

Die Blüthen stehen einzeln oder in sehr lockern Inflorescenzen. Der Krondurchmesser beträgt ca. 13 mm. Die Kelchblätter sind grasgrün und mit kurzen, dünnen, weissen Drüsenhaaren besetzt, die

Petalen weiss, fast rund, mit drei oder mehreren unten gabelig zusammenlaufenden grünen Adern und grünlicher Basis versehen. — Der Fruchtknoten ist mittelständig, der Nektar halb geborgen.

Die Blüthen von *S. patens Gaud.* sind so stark protrandrisch, dass keine Selbstbestäubung möglich ist; zwischen das männliche und das weibliche Stadium fällt sogar eine kurze neutrale Zwischenperiode.

33. Saxifraga umbrosa L. (Taf. IX, Fig. 257–260.)

Es liegen nur Angaben von Insektenbesuchen von Plateau vor. Ich untersuchte die Blüthen am 28. Juli 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis).

6—12 Blüthen bilden eine lockere, von oben nach unten aufblühende Inflorescenz. Es finden keine Stellungsveränderungen der Blüthen während der Anthese statt, wie z. B. bei der sonst ähnlichen *S. capillaris h.* Die Höhe der rundlichen Knospen misst unmittelbar vor der Anthese 3 mm. Der Durchmesser der Blüthen beträgt 8—9 mm. Die oben grünen, unten mehr röthlich oder braun gefärbten Kelchblätter sind ganz klein und, wie der rothe Blüthenstiel, dicht mit ziemlich langen Drüsenhaaren besetzt. Die 4—5 mm langen, weissen, an der Wurzel röthlich getönten und dort mit einer rothen, oft verzweigten Mittellinie versehenen Petalen tragen in der Mitte gelbe, zu einem einheitlichen Fleck verschwimmende Punkte und etwas mehr nach oben eine Querreihe von ca. 4 rothen Flecken, die manchmal auch etwas miteinander verschmelzen. — Die Filamente sind weisslich roth. Die Griffel und der ganz oberständige Fruchtknoten, dessen unterer, höckeriger, durch eine Furche etwas abgesetzter Theil den Honig in grossen Tropfen sezerniert, sind während der ganzen Anthese roth gefärbt. Der Nektar liegt offen da.

Die einzelnen Staubblätter öffnen sich in langsamer Reihenfolge. Die Griffel bleiben kurz und aneinandergelegt, solange nur noch eine einzige Anthere stäubt. Die Blüthen sind also so stark protrandrisch, dass Autogamie ganz ausgeschlossen ist.

34. Saxifraga Geum. (Taf. IX, Fig. 261.)

Die Blüthen wurden bereits von Kirchner (No. 34) untersucht. Meine im botanischen Garten in Zürich gemachten Beobachtungen stammen vom 1. Juni 1901.

Meine Exemplare wichen in folgenden Punkten von denen Kirchners ab: Die Blüthen sind häufig nicht abwärts gerichtet und stärker protrandrisch; bei einzelnen lässt sich sogar ein neutrales Zwischenstadium erkennen.

35. Saxifraga lingulata Bell. (Taf. IX, Fig. 262.)

Am 31. Juli 1901 im Garten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der Blüthendurchmesser beträgt ca. 10 mm. Die 7—8 mm langen, nur an der Wurzel mit kaum mehr sichtbaren Adern versehenen Petala sind weiss, der Kelch und die Filamente weisslichgrün. — Der mittelständige Fruchtknoten ist grün, der von jenem deutlich abgesetzte, breite, von oben immer sichtbare Nektarring gelb gefärbt.

Die Funktion des Andröceums geschieht mit grosser zeitlicher Differenz zwischen den beiden Staubblattkreisen. Wenn alle Staubgefässe der stark protrandrischen Blüthe verdorrt oder abgefallen sind, so haben sich die zwar schon mit papillösen Narben versehenen Griffel noch nicht auseinandergeneigt. Nur bei einigen wenigen Blüthen mit ausnahmsweise langlebigen Narben habe ich durch mehr zufällige Bewegungen der Staubfäden gegen Ende der Anthese spontane Selbstbestäubung eintreten sehen.

36. Saxifraga Gaudini Bruegg. (×) (Taf. IX, Fig. 263.)

Ich habe diese Art im Garten zu Bourg-St.-Pierre am 2. August 1901 untersucht.

Der grüne Kelch besitzt auf einer Seite einen rothen Anflug. Kelch und Blüthenstiel tragen dünne, mit grossen, rothen Knöpfen versehene Drüsenhaare. Die schlanken, weissen Kronblätter sind 6 mm lang. Der Durchmesser der geöffneten Krone beträgt an den Endblüthen 16, an den andern ca. 14 mm. Der reichlich abgesonderte Nektar ist während der ganzen Anthese von oben sichtbar. Der Fruchtknoten ist unterständig. Die Griffel färben sich am End der Anthese roth.

Die Blüthen sind ebenfalls stark protrandrisch. Autogamie wäre aber doch noch möglich, wenn die zwar nie fehlenden centripetalen Bewegungen der Staubblätter rechtzeitig eintreten würden.

37. Saxifraga catalaunica Boiss. et Reut.

Anfangs August 1901 im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der grüngelbe Kelch trägt mässig zahlreiche, grosse und sehr wirkungsvolle Drüsenhaare. Die von Anfang an stark geöffnete Krone hat einen Durchmesser von 9—12 mm. Die rundlichen, 5—7 mm langen Petala sind weiss und besitzen 3—5 grünliche, etwas oberhalb der stumpfen Wurzel gabelig zusammenlaufende Längsadern — Der Fruchtknoten ist unterständig, die Nektarscheibe sogar etwas eingesenkt. Der Honig ist nicht geschützt.

Die Staubgefässe treten langsam nacheinander in Funktion; eine zeitliche Differenz zwischen den beiden Kreisen ist jedoch nicht wahrzunehmen. Das männliche Stadium dauert darum ziemlich lange und bedeutend länger, als das weibliche. Die Blüthen sind, wie diejenigen aller zuletzt beschriebenen Arten, ausgeprägt protrandrisch dichogam, und zwar so stark, dass Autogamie nicht mehr eintreten kann. Oft kommt sogar ein ganz kurzes neutrales Zwischenstadium vor. Dennoch habe ich sehr häufig centripetale Bewegungen der Staubgefässe am Ende der Anthese wahrgenommen.

38. Saxifraga crustata Vest. f. pectinata Schott. (Taf. IX, Fig. 264.)

Anfangs Juni 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Kelch ist hellgrün gefärbt. Die Petala sind weiss, unten oft etwas gelblich getönt und roth gesprenkelt. Sie sind 6 mm lang und bilden einen Krondurchmesser von 9—11 mm. — Der Fruchtknoten ist ganz unterständig, die gelbe Nektarscheibe ist sogar ziemlich stark eingesenkt. Die Filamente sind kurz.

Die Blüthen sind ziemlich stark dichogam: Ich beobachtete ein noch ganz rudimentäres Gynäceum, als nur noch ca. 4 Staubgefässe wenig Pollen enthielten. Die Staubblätter bewegen sich langsam nacheinander nach dem Centrum der Blüthe und stäuben dort. Das männliche Stadium dauert darum viel länger, als das weibliche. Nur in einzelnen wenigen, ausnahmsweise schwach protrandischen Blüthen beobachtete ich Autogamie durch schwache centripetale Bewegungen einzelner Staubfäden.

39. Saxifraga altissima Kerner. (Taf. IX, Fig. 265.)

Die Blüthen dieser Art wurden bereits von Kirchner (No. 34) und sodann am 1. August 1901 von mir im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die Blumen stehen in mässig dichten Inflorescenzen. Der gelbgrüne Kelch ist mit langen, grossknopfigen Drüsenhaaren besetzt. Die 5 mm langen, regelmässig oval gebauten, wie bei den letzten Arten gänzlich nagellosen Kronblätter sind weiss und besitzen 3 schwache Längsadern und carminrothe Flecke. — Der Fruchtknoten ist unterständig, die hellgelbe Nektarscheibe in der Mitte schwach eingesenkt, aussen etwas wulstig erhaben. Der Honig ist nur anfangs schwach gegen den Blick von oben gedeckt. Die kurzen, runden Antheren sind hellgelb.

Die Staubblätter bewegen sich bei Beginn ihrer Thätigkeit nur wenig nach innen. Dafür spreizen hier die Griffel sehr stark, so dass die Narben ausnahmsweise weit gegen die Peripherie der Blüthe und somit doch an denselben Ort zu stehen kommen, wo sich vorher die Antheren befanden. Die Blüthen sind so stark protrandrisch, dass Autogamie ausgeschlossen ist.

40. Saxifraga cochlearis Reich. (Taf. IX, Fig. 266—267.)

Am 31. August 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die Blüthen sind zu grossen, lockern Ständen vereinigt. Die obersten öffnen sich, wie bei vielen andern Arten, längere Zeit vor den übrigen. Der mit Ausnahme einer weisslichen Randparthie grüne Kelch trägt nur wenige Drüsenhaare mit sehr grossen Knöpfen. Der Blüthenstiel besitzt keine der-

artigen Haare. Die Krone hat einen Durchmesser von ca. 13 mm. Die einzelnen Kronblätter sind etwa 9 mm lang und ziemlich schlank gebaut, entbehren aber ebenfalls eines Nagels. Sie sind weiss und besitzen eine schwach gelblich getönte Wurzel und in der Mitte eine Anzahl dunkelcarminrother Flecken. Der Fruchktknoten ist unterständig, der breite Nektarring etwas wulstig. Der Honig ist infolge der Trichterform der Krone rel. ziemlich gut geborgen. Nur am Ende der Anthese liegt er völlig offen da. Die Griffel bewegen sich nicht weit nach aussen.

Die Protrandrie ist hier nicht besonders stark ausgeprägt: Wenn die letzten Antheren noch stäuben, so sind die Narben bereits papillös und die Griffel auseinandergespreizt. Gegen Ende der Anthese kommen auch immer Autogamiebewegungen der Staubfäden vor, die oft sogar sehr energisch sind und meistens auch Selbstbestäubung einleiten.

41. Saxifraga Aizoon Jacq. var. robusta Engler. (Taf. IX, Fig. 268—270.)

Am 30. August 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der lockere Blüthenstand besteht aus sehr vielen einzelnen Blumen. Ich beobachtete hier ausnahmsweise zuletzt aufblühende Endblüthen. Der grüne Kelch besitzt stellenweise braune Anflüge. Sein unterer Theil ist, wie der Blüthenstiel, mit wenigen drüsigen und mit gewöhnlichen Haaren besetzt. Der Krondurchmesser beträgt im ersten, männlichen Stadium ca. 11, später aber, wenn die Petalen weit ausgebreitet sind, bis 20 mm. Ein isoliertes Kronblatt misst in ausgestrecktem Zustande 10 mm. Es ist weiss und trägt eine Anzahl verschieden grosser, wie bei einigen der zuletzt besprochenen Arten etwas linear angeordneter Punkte von dunkelcarminrother Farbe, die, wie immer, nur auf der Innenseite des Blattes sichtbar sind. Der Fruchtknoten ist mittelständig, der Nektarring grüngelb gefärbt. Die Filamente sind ziemlich kurz; die Griffel spreizen aber weit auseinander.

Auch die Blüthen dieser Art sind stark protrandrisch. Die Staubblätter wenden sich in langsamer Reihenfolge nach innen und beginnen dort zu stäuben. Ebenso ist die zeitliche Differenz zwischen den beiden Kreisen des Andröceums ziemlich bedeutend. Erst beim Beginn des viel kürzere Zeit dauernden weiblichen Stadiums neigen sich die Kronblätter gemeinsam mit den Staubfäden stärker nach aussen, so dass nur dann der Honig gar nicht geschützt ist. Ganz zuletzt wird dann der Nektarring von neuem durch die sich wieder einwärts legenden Staubfäden bedeckt. Die Dichogamie ist so stark, dass zwischen die beiden Stadien der Blüthe oft ein geschlechtsloses Zwischenstadium eingeschoben wird. Autogamie ist also gar nicht denkbar. Dennoch kommen fast immer regelmässig und mit grosser Sicherheit ausgeführte Autogamiebewegungen sämmtlicher Staubfäden vor, und zwar zu einer Zeit, wo die Antheren schon längst abgefallen sind.

42. Saxifraga Aizoon Jacq. f. Sturmiana Schott.

Wurde am 17. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Durchmesser der ziemlich gedrängt am Stengel sitzenden Blüthen beträgt 10—12 mm, derjenige der auch zeitlich stark geförderten Endblüthen aber meist 12—14 mm. Die ziemlich breiten, weissen Kronblätter haben eine Länge von 6 mm und öffnen sich, namentlich gegen Ende der Anthese, so weit, dass sie einander seitlich nicht mehr berühren. Der Nektarring ist schwach in den unterständigen Fruchknoten eingesenkt, der Honig jedoch von oben leicht zugänglich.

Die Blüthen sind ebenfalls stark protrandrisch. Wenn sämmtliche Staubblätter aussen stehen und keinen Pollen mehr enthalten, beginnen die schon vorher etwas papillösen Griffel erst, auseinanderzutreten. Autogamie ist demnach ausgeschlossen. Dennoch wenden sich die Staubfäden am Ende der Funktion der Narben nochmals nach innen, und die entleerten Antheren berühren die Stigmata.

43. Saxifraga Aizoon Jacq. var. cartilaginea Willd.

Ende Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die endständigen Blüthen gehen in der Entwicklung den übrigen stark voraus. Die weissen mit den 3 bekannten Adern versehenen Petalen sind oval, entbehren jeder Andeutung eines Nagels und

haben eine Länge von 6—6,5 mm. Der Fruchtknoten ist ganz unterständig, die Nektarscheibe ziemlich stark eingesenkt, der Honig anfangs ganz bedeckt. — Die Blüthen sind häufig so stark protrandrisch, dass sich ein neutrales Zwischenstadium bildet, immer aber in solchem Masse, dass Autogamie völlig ausgeschlossen ist.

44. Saxifraga Forsteri Stein. (Taf. IX, Fig. 271 und 272.)

Ein Bastard aus dieser Gruppe, dessen Blüthen ich am 31. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis) untersuchte.

Der Durchmesser der Krone beträgt 8—10 mm. Die schlanken Blumenblätter tragen eine oder drei schwache grüne Linien und sind im übrigen weiss. Der Kelch, aus dessen Form sich wie immer der Grad der Unterständigkeit des Fruchtknotens schon von aussen erkennen lässt, ist an seiner Wurzel mit schwarzen Drüsenhaaren und gewöhnlichen Haaren besetzt. Der breite Nektarring besitzt eine warzige Oberfläche und sondert reichlich Honig ab, der gewöhnlich gar nicht bedeckt ist. Die Filamente sind kurz und führen auch hier am Ende der Anthese keine centripetalen Bewegungen aus. Diese wären wegen des hohen Grades der Protrandrie, der sogar ein kurzes neutrales Zwischenstadium herausbildet, auch ganz unnütz.

45. Saxifraga luteo-viridis Schott. et Kotschy. (Taf. IX, Fig. 273–275.)

Diese Blumen wurden am 7. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel und nach Topf-Exemplaren beschrieben und gezeichnet.

Der hellgrüne Kelch der zu lockern Inflorescenzen vereinigten, unscheinbaren Blüthen ist dicht mit ungemein klebrigen, weissen Drüsenhaaren besetzt. Seine Form kann den beigegebenen Figuren (273 und 274) entnommen werden. Jenes Kleid von Drüsenhaaren, das sich auch auf den ganzen Blüthenstiel und seine Blättchen erstreckt, ist, aus dem Vorkommen von toten Ameisen an jenen Stellen und dem Fehlen dieser Honigräuber in den Blüthen zu schliessen, von bester Wirkung. Es wird nur gegen die Kelchzipfel hin durch Einlagerung von gewönhlichen Haaren etwas spärlicher. Die kleinen, 2,5—3 mm langen, hellgelben, unscheinbaren Kronblätter sind nach innen gekrümmt und öffnen sich nie weiter, als bis in der Blüthe eine ganz kleine, runde Oeffnung entsteht, in einigen Fällen überhaupt nie. Da die Bestäubung, wie wir sehen werden, regelmässig durch den eigenen Pollen erfolgt, so dürfen wir die Blüthen als pseudokleistogam bis kleistogam bezeichnen. — Die Höhe der ganzen Blüthe beträgt 4—5, der grösste Durchmesser, am untern Theil des Kelches gemessen 3—4, das Kaliber der nicht immer vorhandenen Oeffnung der Krone 1—2 mm.

Die Blüthen sind homogam, und es überleben die Antheren die Narben meist um einen ganz geringen Betrag. Der den Honig absondernde Ring stellt eine seichte Vertiefung um den halb oberständigen Fruchtknoten herum dar, und wird durch den oft bauchig vorgewölbten Fruchtknoten und die Filamente ganz bedeckt. Die Griffel bleiben immer eng aneinandergeschlossen, nur die sehr stark entwickelten löffelförmigen Narben legen sich auseinander. Erst wenn der Fruchtknoten infolge seiner Reifung anzuschwellen beginnt, entfernen sich auch die Basaltheile der Griffel voneinander.

Wie bereits angedeutet wurde, öffnet sich die Blüthenkrone bei beginnender Anthese, wenn auch nur ganz schwach, meist etwas. In diesem Stadium berühren die Antheren die Narbe noch nicht, oder nur selten. Dann aber — meist ziemlich rasch — pflegt sich die Krone vollständig zu schliessen. Wenn nun nicht bereits Fremdbestäubung eingetreten ist, so geschieht die weitere Entwicklung ganz wie in einer kleistogamen Blüthe. Wir haben also in *S. luteo-viridis Schott. et Kotschy.* eine im Uebergangsstadium zwischen Chasmogamie und Kleistogamie stehende Art vor uns. — Die Antheren legen sich nun langsam, eine nach der andern, einwärts und mit mehr oder weniger grosser Sicherheit auf die Narben (Fig. 274). Wenn die Papillen bereits im Verwelken begriffen sind, so wird diese Erscheinung am deutlichsten, indem dann oft alle Staubfäden nochmals kleine centripetale Bewegungen ausführen, und auch diejenigen Antheren, die bis dahin noch fern blieben, sich an die Narben anlegen.

Es lässt sich hier deutlich eine direkte Beeinflussung der Autogamiebewegungen der Staubfäden durch Nichteintreten der (Kreuz- oder Selbst-)Befruchtung wahrnehmen. An den Blüthen, die keine Anschwellung des Fruchtknotens zeigen, sieht man nämlich jene Bewegungen stärker und auch etwas früher

eintreten. Die noch etwas Pollen enthaltenden Antheren ballen sich dann zu einem Knäuel zusammen und pressen sich gegen die Narben, die in solchen Blüthen auch auf diesem Stadium häufig noch frische Papillen besitzen. Die Blüthe hat eben versäumt, sich rechtzeitig zu befruchten und muss nun alle Anstrengungen machen, um das Versäumte noch im letzten Moment nachzuholen. Den Eindruck, dass viele *Saxifraga*-Blüthen wirklich auf ausgebliebene Befruchtung zweckmässig zu reagieren im Stande sind, erhielt ich auch beim Studium einiger anderer zum Theil unten noch zu besprechender Arten. Schon das abnorm lange Frischbleiben der Narbe ist eine Erscheinung, die als Folge nicht eingetretener Befruchtung bei vielen Blüthen schon lange bekannt ist. — Ich kann noch hinzufügen, dass sich die vor dem Fenster gewachsenen Blüthen meiner Topfexemplare viel häufiger, als die eben beschriebenen aus dem Garten gar nicht öffneten.

46. Saxifraga Kotschyi Boiss.

Am 1. April 1901 bei Herrn Fröbel beobachtet.

Diese Art verhält sich hinsichtlich des Bestäubungsapparates und im Habitus der Blüthe ganz gleich, wie die unten zu besprechende *S. diapensioides Bell.* Monstrositäten waren im genannten Garten häufig; auch habe ich 2 durchgehends nach der Vier-Zahl gebaute Blüthen gefunden.

47. Saxifraga aretioides Lap. (Taf. X, Fig. 276—279.)

Untersucht am 4. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich.

Der grüne, an den Spitzen bräunliche oder braunrothe Kelch ist stark mit rothgeknöpften Drüsenhaaren besetzt. Die Blumenbätter sind orangegelb. Auf ihrer obern Seite können wir ein sehr schwaches, nur selten gut sichtbares Aderwerk wahrnehmen. Die Basis des Kronblattes ist grünlich.

Der Nektar ist durch das Zusammenneigen der Filamente und durch den untern, röhrigen Theil der Krone, sowie durch die obere Parthie des mittelständigen Fruchtknotens so gut geborgen, dass er selten oder nie von oben sichtbar wird. Der den Nektar absondernde fleischige Drüsenring ist gelblichgrün.

Die Blüthen von *S. aretioides Lap.* sind protogyn. Die Narben sind schon empfängnissfähig, wenn die Griffel noch zusammengeneigt und die Petalen noch geschlossen sind (Fig. 276). Unmittelbar vor dem Oeffnen der Krone erreichen die Griffel den grössten Betrag des Auseinanderspreizens. Auf diesem Stadium überragen sie die noch nicht entwickelten Staubblätter. Diese strecken sich dann aber rasch, wachsen über das Gynäceum heraus und stäuben dann fast gleichzeitig. Wenn sie ca. 3 Stunden gestäubt haben, so neigen sich die Griffel wieder zusammen. Bevor dies geschah, habe ich in einigen wenigen Fällen direkte Berührung der Geschlechtsorgane eintreten sehen. — Die Narben sterben erst ab, nachdem alle Antheren offen sind. — Am Schluss der Anthese tritt in den meisten Blüthen direkte Autogamie ein.

48. Saxifraga Scardica Griseb. (Taf. X, Fig. 280—283.)

Im Garten des Herrn Fröbel am 1. und 3. April 1901 untersucht.

Je 10—12 Blüthen bilden eine auffällige Inflorescenz. Die grünen Kelchblätter, die Stengel und Stengelblätter tragen spärlich drüsige und gewöhnliche Haare. Die Blumenblätter sind verkehrt eiförmig, kurz benagelt und von schwefelgelber Farbe. Die geöffnete Krone hat anfangs einen Durchmesser von 13, später von ca. 20 mm. Die Blüthe bildet gleich nach Beginn der Anthese einen ziemlich tiefen Becher, so dass der Honig von oben kaum sichtbar ist. Zur Zeit des zweiten, männlichen Stadiums weichen aber die Petalen so stark auseinander, dass der von einem ungefärbten Nektarring abgesonderte Honig frei zugänglich wird. — Ich sah auf diesen Blüthen recht oft Honig raubende Ameisen.

Auch diese Art blüht protogynisch. Das weibliche, erste Blüthenstadium beginnt ziemlich spät, wenn sich die Krone schon etwas geöffnet hat, also nicht, wie bei der unten zu besprechenden *S. Burseriana L.* und andern mit dieser nahe verwandten Arten, schon in der Knospe. Wenn die Antheren nach Beginn der Kronöffnung durch Wachsthum der Filamente auf der Höhe der Narben angelangt sind, so beginnen sie zu stäuben. Gleichzeitig, oft sogar noch etwas vor dem Stäuben der ersten Antheren,

schliessen sich die Griffel, so dass die Narben aneinanderliegen. — Das männliche Stadium dauert auch hier sehr lange. Ebenso sind auch die Narben (wie bei der unten zu beschreibenden *S. Burseriana L.* und im Unterschied zu *S. Tombeanensis Boiss.*) meist recht langlebig. Spontane Autogamie erfolgt durch die innern Staubblätter schon relativ früh; der äussere Staubblattkreis bleibt nahe der Peripherie stehen. Die Griffel gehen, wenn sie sich einmal aneinandergelegt haben, während der ganzen Anthese gewöhnlich nicht mehr voneinander. — An nicht befruchteten Blüthen beobachtete ich oft ein sehr langlebiges Gynäceum. Dasselbe überdauerte häufig sogar die männlichen Sexualorgane.

49. Saxifraga coriophylla Griseb.

Im Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Durchmesser der endständigen Blüthen beträgt ca. 10, derjenige der übrigen ca. 8 mm. Der Kelch ist mässig dicht mit grossen, weissknopfigen Drüsenhaaren besetzt, der Fruchtknoten unterständig und der Nektardiscus konkav. Das Andröceum funktioniert mit bedeutender zeitlicher Differenz zwischen den beiden Kreisen, mit ganz geringer räumlicher zwischen den einzelnen Staubblättern. Die Staubgefässe bleiben nicht lange im Centrum der Blüthe stehen. Die Griffel spreizen später so stark auseinander, dass die Narben genau an dieselbe Stelle zu stehen kommen, wo sich vorher die Antheren befanden. Trotz der nur mässig ausgeprägten Dichogamie kommt Autogamie nicht vor. Die Endblüthen sind so stark protrandrisch, dass sich die beiden Stadien kaum noch berühren.

50. Saxifraga marginata Sternb. (Taf. X, Fig. 284—288.)

Am 26. April 1901 im botanischen Garten in Zürich untersucht.

Die spärlich vorhandenen Drüsenhaare des hellgrünen Kelches tragen kleine rothe kopfige Enden. Die Krone hat einen Durchmesser von 15 mm. Ein einzelnes Kronblatt misst 10 mm, ist weiss und besitzt eine grüne Mittelader und grünliche Basis, seltener auch noch weitere seitlich stehende Adern. — Der Nektar, der von der Basis des oberständigen Fruchtknotens abgesondert und von diesem und den unten eng an ihn anschliessenden übrigen Blüthentheilen geschützt wird, ist von oben nur wenig sichtbar.

Schon in der Knospe überragen die noch zusammengeneigten, narbenlosen Griffel die Staubfäden bedeutend. Dann beginnen sie ihre centrifugale Bewegung, deren Betrag aber erst nach dem Oeffnen der Krone ein Maximum erreicht. Die Narben sind auch hier schon in der Knospe entwickelt. Sie ragen später ziemlich weit aus dem untern, röhrigen Theil der Krone hervor. Wenn die erste Anthere zu stäuben beginnt, neigen sich die beiden Griffel wieder zusammen. Sie bleiben aber noch mit empfängnissfähigen Narben ausgestattet, bis ca. 3 Antheren stäuben. Die an ihren Enden, besonders zuletzt, etwas roth gefärbten Filamente überragen die Griffel. Wenn bald sämmtliche Staubblätter verstäubt haben, neigen sich alle nach innen. Autogamie kann aber dann nur in denjenigen Blüthen, die infolge ausgebliebener Kreuzbefruchtung langlebige Narben haben, erfolgen, da in normalen Blüthen das Gynäceum um diese Zeit nicht mehr funktioniert.

51. Saxifraga diapensioides Bell.

Von Kirchner (No. 34) 1894 in Lindau und von mir im April 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Blüthen tragende Stengel, die Blüthenstiele und die Kelchblätter sind dicht mit drüsigen Haaren besetzt. Die meist stark geöffneten Petalen scheinen sich bei regnerischem Wetter etwas zu schliessen. Nachts bleiben sie immer geöffnet. Bezüglich der Honigbergung stehen die Blüthen etwa so hoch, wie diejenigen von *S. Tombeanensis Boiss.* (s. unten). Im Verhalten des Sexualapparates gleichen sie sehr der unten ebenfalls beschriebenen Art *S. Burseriana L.*; nur fand ich hier im Gegensatz zu Kirchner ein kürzeres weibliches Stadium, was wohl nur als Folge rascher eingetretener Befruchtung (die Blüthen wurden sehr reichlich besucht) gedeutet werden darf. An meinen Blüthen verlief eigentlich fast das ganze erste, weibliche Stadium in der Knospe. Beim Oeffnen der Krone beginnen auch die Griffel sofort zusammenzugehen. Die geschlossenen Antheren sitzen jetzt noch auf kurzen Filamenten tief unten im Blüthengrund, und die zuerst sich öffnenden Staubblätter sind schon jetzt durch ihre be-

deutendere Länge von den andern unterscheidbar. Wenn die ersten Staubbeutel aufbrechen, so sind, wie bei Kirchners Exemplaren, die zusammengepressten Narben in weitaus den meisten Fällen schon vertrocknet. Autogamiebewegungen der Filamente habe ich nie beobachtet. Ich sah eine Blüthe mit ganz verkümmerten Staubgefässen und eine andere mit nur 4 Petalen und 8 Staubfäden.

52. Saxifraga squarrosa Sieber.

Es liegen bereits einige Angaben von Kirchner (No. 34) vor. Von mir wurde die Blüthe im August 1901 im Alpengarten der Linnaea zu Bourg-St.-Pierre untersucht.

Kelch und Blüthenstiel sind spärlich mit langen, dicken Drüsenhaaren besetzt. Der Krondurchmesser beträgt anfangs ca. 5, später 8 mm. Die weissen Petalen tragen die 3 bekannten Gabellinien. Der Fruchknoten ist ganz unterständig, der Nektarring breit und noch etwas gewölbt. Der Honig wird durch die trichterförmige Krone und bei Beginn und am Ende der Anthese durch die zusammengeneigten Filamente ziemlich gut geborgen, ist jedoch immer noch zeitweise von oben etwas sichtbar. Die Blüthen gehören demnach zur Klasse AB.

S. squarrosa Sieb. blüht im Gegensatz zu den zuletzt besprochenen, nahe verwandten Arten protrandrisch. Die beiden Stadien greifen gar nicht mehr übereinander, ja sehr oft kommt ein ganz kurzes neutrales Zwischenstadium zu Stande. Während des Stäubens der Antheren sind die Griffel noch ganz klein und zusammengelegt. Die Staubblätter funktionieren in mässig langsamer Reihenfolge. Wenn alle Staubbeutel abgefallen, auch die Narbenpapillen schon verdorrt sind, legen sich alle Filamente mit grosser Regelmässigkeit ganz nach innen. Autogamie ist ausgeschlossen.

53. Saxifraga Tombeanensis Boiss. (Taf. X, Fig. 289—292.)

Bereits von Kirchner (No. 34) beschrieben, von mir an Blüthen aus dem Garten des Herrn Fröbel am 3. Mai 1901 untersucht.

Die Blüthen sind in vielen Beziehungen denen der später ausführlich zu besprechenden *S. Burseriana L.* ähnlich. Wir erwähnen hier nur die von jener Art abweichenden und von Kirchner nicht oder anders angegebenen Merkmale.

Die Drüsenhaare stehen dichter und ihre Enden sind stärker roth gefärbt, als bei jener Art. Die Blumenblätter sind länger (11—13 mm), als dort, schliessen sich unten zu einer ziemlich tiefen Röhre zusammen und öffnen sich auch oben nie so weit, wie bei *S. Burseriana L.* Dennoch beträgt der Krondurchmesser, wenn die Petalen am stärksten geöffnet sind, 10—15 mm. Der Nektar ist aus den genannten Gründen besser, d. h. tiefer geborgen, als bei *S. Burseriana L.* und von oben nicht sichtbar. — Ein Schliessen der Kronblätter während der Nacht habe ich nicht beobachten können, wohl aber scheinen bei regnerischem Wetter leichte centripetale Bewegungen der Blumenblätter einzutreten.

Die Blüthen sind, wie durch Kirchner bereits bekannt ist, protogyn. Ich fand, dass das erste, weibliche Stadium 2—3 Tage dauert. Die Griffel beginnen sich, wie bei *S. Burseriana L.*, genau in dem Moment wieder zusammen zu legen, wo das erste Staubgefäss in Thätigkeit tritt. Sie gehen aber nicht mehr auseinander, solange die Anthese dauert, und die Narben sterben schon wenige Stunden nach dem Zusammenlegen der Griffel ab, nachdem vorher noch regelmässig Autogamie durch Einwärtsbewegung einzelner Staubgefässe, die unterdessen bis zur Höhe der Griffel gewachsen sind, eingetreten ist. Auch hier scheinen diese Bewegungen vielfach zu spät einzutreten und darum unwirksam zu bleiben; wenigstens blieben an einigen vor Insektenbesuch gänzlich bewahrten Topfpflanzen viele Blüthen unbefruchtet.

54. Saxifraga Vandelli Sternb. (Taf. X, Fig. 293—297.)

Am 23. April 1901 nach Exemplaren aus dem Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Kelch ist mit grossköpfigen, dunkeln Drüsenhaaren dicht besetzt. Die Blumenblätter, die eine Länge von 6 mm erreichen, sind weiss, besitzen ein grünes, sich verzweigendes Aderwerk und grünliche Basis; die Ränder sind oft wellig gebogen. — Der Fruchtknoten ist bei dieser Art, wie bei *S. Churchilli h.* u. a., fast ganz unterständig; der noch etwas gewölbte, die Griffelwurzeln umgebende Nektar-

ring hat darum einen kleinen innern Radius, ist aber ziemlich breit und hellgelb gefärbt. Trotz des tiefer gelegenen Fruchtknotens ist der Nektar nicht besser geschützt, als z. B. bei der unten beschriebenen *S. apiculata Engler.*

Auch *S. Vandelli Sternb.* ist protogyn. Griffel und Staubfäden sind, wie bei den meisten Arten, gleich lang. Die erstern erreichen den grössten Betrag ihrer Ausbreitung erst unmittelbar nach der Oeffnung der Krone. Wenn die ersten Antheren zu stäuben beginnen, haben sich die Griffel schon wieder zusammengelegt. Die Narben bleiben noch kurze Zeit frisch und verwelken dann, während die ersten Antheren des innern Staubblattkreises in Thätigkeit treten. Nur ein einziges Mal sah ich spontane Autogamie schon sehr früh durch centripetale Bewegung eines Staubblattes und Berührung desselben mit den zusammengelegten Narben eintreten. Häufig tritt sie dagegen am Ende der Anthese ein, besonders wenn infolge mangelnden oder spärlichen Insektenbesuches, d. h. infolge Ausbleibens der Kreuzbefruchtung die Narben auch dann noch frisch sind. Die Griffel öffnen sich nämlich, während die lezten Staubgefässe verstäuben, regelmässig wieder, und es tritt dann direkte Berührung der Sexualorgane fast immer ein, obwohl sie wegen des meist schon erfolgten Welkens der Narbenpapillen nicht immer von Erfolg sein kann.

55. Saxifraga Burseriana L. (Taf. X, Fig. 298—301 und Taf. XI, Fig. 302—307.)

Untersucht von Kerner (No. 29), von Kirchner (No. 34) und von mir im Garten des Herrn Fröbel in Zürich vom 15—25. April 1901.

Blüthenstiel und Kelchblätter sind mit kurzen, dickknöpfigen Drüsenhaaren dicht besetzt, die Kelchblätter, schmale grüne Randparthieen ausgenommen, stark roth gefärbt. Die Kronblätter sind rein weiss und besitzen dünne, grünliche Nerven. Ihre Form ist fast ganz rund. Der Durchmesser der ganz geöffneten Krone beträgt 25 (nach Kirchner 17) mm. — Der den Fruchtknoten umgebende, Nektar ausscheidende Ring ist ziemlich schmal und zeigt in seiner Färbung alle Uebergänge von hellgelb bis carminroth. Die Blüthen gehören zu der Blumenkategorie mit halb, resp. zeitweise geborgenem Honig (AB); denn der Nektar liegt ziemlich tief und wird von den Filamentwurzeln und den am Grunde aufsteigenden Petala überwölbt.

Die Dauer der Anthese, die Kerner zu 12 Tagen angiebt, war an meinen Exemplaren meist noch länger. Während die letzten äussern Staubblätter sich öffnen, treten die ersten der innern Reihe in Funktion; die Reihenfolge innerhalb der beiden Kreise ist dieselbe, wie bei *S. aizoides L.* und andern Arten, jedoch wegen des etwas rascheren Aufeinanderfolgens der einzelnen Antheren weniger deutlich zu beobachten.

Die Blüthen sind sehr stark protogyn. In der Knospe und unmittelbar nach dem theilweisen Oeffnen der Krone ragen die beiden Griffeläste am weitesten auseinander und sind am reichlichsten mit Papillen besetzt (Fig. 299—301). Erst nach 2—4 Tagen beginnen sich dann auch die Antheren zu öffnen.

Die nun zu besprechenden Erscheinungen am Bestäubungsapparat variieren ausserordentlich stark. Immerhin lässt sich eine für die grosse Mehrzahl der Blüthen zutreffende Darstellung geben. Die in einzelnen Blumen vorkommenden Abweichungen von diesem allgemeinen Verhalten werden wir besonders besprechen.

Sobald die ersten Antheren zu stäuben beginnen (Fig. 303 und 305), bewegen sich die beiden stark gespreizten Griffel wieder gegeneinander. Nach einigen Stunden gelangen sie zur Berührung miteinander, schliessen zuletzt ihrer ganzen Länge nach dicht zusammen und verbleiben einige Tage in dieser Stellung. Dadurch wird spontane Autogamie verhindert. Erst wenn sämmtliche Antheren geöffnet sind und meist nur noch wenig Pollen an denselben klebt, beginnen sich die Griffel wieder zu öffnen, und zwar so weit, dass sie sogar mit den aussen stehen gebliebenen Staubgefässen in Berührung kommen können (Fig. 306), wobei aber diese in der Regel keine eigenen Bewegungen gegen die Narben hin ausführen. Dann sind diese zum Theil auch schon verwelkt, an den Rändern herum aber immer noch frisch. Ich habe jedoch nicht häufig beobachtet, dass auf diese Weise wirklich gänzliche Berührung von Antheren und Narben eintrat; meistens blieb zwischen den beiden noch ein ganz kleiner Raum offen (Fig. 307), der aber durch die kleinste Bewegung von irgend einer Seite verschwinden konnte. Ich habe auch nicht ge-

sehen, dass sich die Staubfäden beim Beginn des Stäubens, wie dies Kirchner angiebt, nacheinander an die Narben anlegten. Sie neigen sich in diesem Stadium höchstens ganz wenig nach innen und gehen dann um denselben Betrag wieder nach auswärts. Dann bleiben die innern stehen, während sich die äussern, zwischen den Kronblättern inserierten Staubfäden am Ende ihrer Thätigkeit noch etwas nach aussen bewegen. Dem Prinzip, das nur am Ende der Anthese Autogamie eintreten darf, entsprechen die Blüthen von *S. Burseriana L.* durchaus. — An den von mir untersuchten Exemplaren überragten auch die Staubblätter die Griffel nicht, wie dies Kirchner für die seinen angiebt. Anfänglich sind die Griffel bedeutend länger, als die noch unentwickelten Staubblätter; sobald aber die ersten Antheren zu stäuben beginnen, stehen wenigstens diese vollkommen gleich hoch, wie die Narben, so dass unfehlbar spontane Selbstbestäubung eintreten müsste, wenn die oben geschilderten Bewegungen der Griffel nicht stattfänden.

Ich habe nun noch einige Worte über die Abweichungen von diesem allgemeinen Verhalten zu sagen. Diese bestehen z. B. darin, dass sich die Griffel einzelner Blüthen nicht wieder öffnen und dass dabei gleichzeitig Bewegungen der inneren Staubfäden gegen die Narbe hin eintreten, die bis zur vollständigen Berührung der Sexualorgane und zur Autogamie führen. Dasselbe Verhalten zeigen ohne Ausnahme alle Blüthen von solchen Pflanzen, die vor Insektenbesuch geschützt wurden. Auch hier kann, wie in den oben geschilderten normalen Blüthen, noch späteres Auseinanderlegen der Griffel und Anlegen einer bis mehrerer Antheren an die Narbe erfolgen. Auch jene Blüthen, welche dieses Verhalten im Freien zeigen, sind also offenbar als solche aufzufassen, die infolge zu spärlichen Insektenbesuches nicht gekreuzt wurden. Die Blüthe von *S. Burseriana L.* ist also im Stande, auf ausgebliebene Kreuzung direkt durch Bewegungen, welche die Autogamie begünstigen, zu reagieren, Bewegungen, die ihr sonst ganz fremd sind oder die sie höchstens früher einmal brauchte (da sie bei den nächsten Verwandten regelmässig vorkommen). Die bei den meisten protogynen Arten der Gattung *Saxifraga* übliche Selbstbestäubung tritt also bei dieser Species nur ein, wenn wirklich das Bedürfniss dafür vorhanden ist; denn an den meisten Blüthen waren die erwähnten Bewegungen der Staubfäden nicht wahrzunehmen. — Eine andere Abweichung ist das bei vielen Blüthen vorkommende lange Frischbleiben der Narbe. Ich traf sie meistens bei denselben Blüthen, die auch die Autogamiebewegungen der Staubfäden zeigten, sowie auch immer bei Exemplaren, die vor Insektenbesuch geschützt wurden. Letzteres geschah dadurch, dass die betreffenden Blumentöpfe bei möglichst gleicher Luftfeuchtigkeit und Temperatur zwischen die Fenster gestellt wurden. (Weil sonst, wie Versuche zeigten, Veränderungen in der Stellung und Bewegung der Sexualorgane entstehen und fälschlich dem mangelnden Insektenbesuch zugeschrieben werden könnten. Ich erinnere an die rasche Reaktion der oben behandelten *Crassulaceen*-Blüthen auf Veränderungen der Temperatur, Feuchtigkeit des Bodens etc.) Also ist wohl auch diese Erscheinung eine direkte Folge der ausgebliebenen Fremdbestäubung. — Am Schluss der Anthese, wenn schon die Narbenpapillen zu verwelken beginnen, entstehen in derartigen, nicht gekreuzten Blüthen oft die schönsten Bilder: Wenn z. B. die Bewegungen der Staubblätter, die Autogamie bewirken sollen, erst so spät eingetreten sind, dass nur noch wenig oder gar kein Pollen mehr an den Antheren klebt — was ziemlich häufig vorkommt —, so legen sich ganz zuletzt sämmtliche Staubgefässe der Blume auf die Narben. Man sieht dann deutlich, wie die Blüthe noch im letzten Augenblick alle unmöglichen Anstrengungen macht, um befruchtet zu werden. — Ich habe alle diese Vorgänge an frei wachsenden, nicht bestäubten Blüthen und an Pflanzen, von denen ich die Insekten fernhielt, so häufig verfolgen können, und das reiche Beobachtungsmaterial, das mir im Garten des Herrn Fröbel zur Verfügung stand, in dieser Richtung so eingehend untersucht, dass ich zu der festen Ueberzeugung gekommen bin, es seien auch diese niedrigen, noch nicht einem speciellen Besucherkreis angepassten Blüthen, gerade wie die früher beschriebenen aus den Familien der *Cruciferen* und der *Crassulaceen*, oder vielleicht in noch höherem Grade im Stande, ihre Bestäubungseinrichtungen während der Anthese in zweckmässiger Weise, insbesondere so zu verändern, dass bei ausgebliebener Fremdbestäubung am Ende der Anthese Autogamie eintritt. — Dass aber auch in den Blüthen, die keine Allogamie erfuhren, die spontane Autogamie sehr oft zu spät eintritt, bewies mir die Thatsache, dass unter

zahlreichen bei Insektenabschluss beobachteten Blüthen, die alle die beschriebenen Autogamiebewegungen, zum Theil sogar in dem soeben geschilderten hohen Ausbildungsgrad zeigten, nur wenige wirklich Fruchtknotenanschwellungen etc. erkennen liessen. — Ich halte die immer gegen Ende der Funktion der Griffel vorkommenden Auswärtsbewegungen derselben nicht für eine Anpassung an Autogamie, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Autogamie erfolgt dabei doch nur selten. 2. Bei andern Arten von *Saxifraga* finden wir diese Bewegungen wieder. Meist treten sie aber viel später, erst wenn beide Sexualorgane schon welk sind, ein, und sind deutlich als Folgeerscheinung der Reifung des Fruchtknotens und der dabei vor sich gehenden Streckungen etc. im Gynäceum zu erkennen. Da bei dieser Art, vielleicht infolge einer gewöhnlich früh eintretenden Fremdbestäubung, jene Bewegungen der Griffel meist eintreten, wenn noch frische Papillen und viel Pollenstaub vorhanden sind, so können sie hier zufällig Autogamie bewirken. Es ist sogar denkbar, dass diese Nebenerscheinung der Reifung des Fruchtknotens durch direkte Anpassung oder infolge natürlicher Auslese nach und nach in den Dienst der Autogamie tritt und dass dann diese Bewegungen allmählich früher und nicht mehr als Folgeerscheinung der eingetretenen Befruchtung, sondern auch, wenn eine solche nicht stattfand, ausgeführt werden könnten. Es wäre darum nicht zu verwundern, wenn einmal eine *Saxifraga*-Bestäubungseinrichtung gefunden würde, in welcher solche Bewegungen der Griffel am Ende der Anthese regelmässig zur Selbstbestäubung gebraucht werden. *S. Burseriana L.* ist aber noch nicht so weit; hier haben wir in diesen Bewegungen noch lediglich Folgeerscheinungen der Reifung des Fruchtknotens zu erblicken, die nur gelegentlich zu einer dann natürlich nutzlosen Berührung der Sexualorgane führen können. — Das beweist auch der Umstand, dass bei den oben beschriebenen unbestäubten Blüthen ein Auswärtsbewegen der Griffel niemals vorkommt. — 3. Einen dritten Beweis dafür, dass jene Griffelbewegungen nicht als Anpassungserscheinungen an Autogamie aufgefasst werden dürfen, lieferte mir eine Blüthe, bei der diese Bewegungen besonders früh eintraten, — als die Narbe noch ganz frisch war und die innern Staubblätter noch in der aufgerichteten Stellung, in der sie während der ersten Zeit ihrer Thätigkeit sich befinden, dastanden. Da liess sich nun ganz deutlich verfolgen, wie jener innere Staubblattkreis, viel früher als das sonst geschieht, sich ganz weit nach aussen begab, wie um einer Berührung mit den Narben zu entgehen. —

Ich habe noch einige andere Abweichungen von dem oben geschilderten allgemeinen Verhalten des Bestäubungsapparates von *S. Burseriana L.* notiert: Sehr häufig wachsen, z. B. bei Beginn ihrer Funktion, die Staubfäden über die Narben hinaus, und erst später, nach erfolgtem Zusammenlegen der Griffel, strecken sich auch diese noch bis zur gleichen Höhe mit den Staubblättern — eine Einrichtung, die spontane Autogamie am Anfang der Anthese zu verhindern, an ihrem Ende zu begünstigen im Stande ist. — Sehr selten fand ich die Erscheinung, dass die beiden Griffel sich erst zusammenlegten, wenn schon 2 oder 3 Antheren stäubten. — Von den Abänderungen in der Färbung des Nektariums wurde schon oben gesprochen. — Eine Anzahl von Blüthen zeigten auch ein abweichendes Verhalten hinsichtlich der Oeffnungsweite der Krone. Die Petalen sind hier, nicht wie bei allen übrigen Blüthen, zur Zeit, da die Antheren auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit angelangt sind, schwach schief aufwärts, sondern tellerförmig nach aussen, ja sogar nach rückwärts gerichtet, so dass die Ränder der einzelnen Kronblätter einander seitlich nicht mehr berühren. Diese Abänderungen scheinen zum Theil auf Boden, Trockenheit etc. zurückführbar zu sein. Es sei noch bemerkt, dass sich z. B. die Blüthen der oben besprochenen *S. Scardica Gris.* auch regelmässig im spätern Verlauf der Anthese so stark öffnen. Auch hier ist es denkbar, dass ursprüngliche blosse Folgen von Trockenheit, Belichtung, Bodenverhältnissen etc. nach und nach zu bestimmten biologischen Zwecken fixiert werden können. — Nur wenige Blüthen endlich öffnen sich weniger weit, als die normalen Exemplare, und ein Exemplar von *S. Burseriana L.* schloss, wie mir Herr Prof. S c h r ö t e r mittheilte und durch die an den Petalen des betreffenden Topfexemplares sichtbaren Antherenabdrücke bewies, seine Blüthen während einer Nacht vollständig. Dieser Erscheinung kann in diesem Falle nicht wohl eine Bedeutung für die Bestäubung zugeschrieben werden; auch fand ich sie, obwohl ich *S. Burseriana L.* und andere Arten der Gattung eifrig daraufhin prüfte, in keinem Falle wieder. (Höchst wahrscheinlich wurde sie durch die Veränderungen in der äusseren Umgebung — das Topfexemplar wurde aus dem Garten des Herrn F r ö b e l ins Zimmer gebracht — hervorgerufen.)

Nach eingetretener Befruchtung und gewöhnlich wenn die Antheren noch Blüthenstaub besitzen, beginnen sich die Griffel intensiv roth zu färben. Dann verwelkt die Krone und der Fruchtknoten schwillt stärker an. Bei den oben beschriebenen Blüthen mit ausgebliebener Kreuzung tritt auch diese Rothfärbung der Griffel auf diesem Stadium noch nicht ein.

Die Blumen wurden von zahlreichen Honigbienen besucht, während die dicht daneben stehenden gelben Blüthen von *S. Scardica Gris.*, die reichlich ihren nur ganz wenig leichter zugänglichen Nektar absonderten, ganz leer ausgingen, obwohl auch sie in ziemlich grosser Anzahl vorhanden waren. — Die Insekten fliegen meist auf die Mitte der Blume an, halten sich an den Griffeln fest, und führen während der Ausbeutnug des Nektars drehende Bewegungen aus, die jedoch lange nicht so regelmässig sind, wie bei den *Crassulaceen.* Da durch das Auseinanderspreizen der Griffel und die Einwärtsbewegungen der zu stäuben beginnenden Antheren Narbe und Staubbeutel zur Zeit ihrer Funktion am selben Ort in der Blüthe sich finden, so ist durch jene Art der Bewegung hier und bei den meisten andern Arten der Gattung die Kreuzung gesichert. — Indirekte Autogamie ist nicht ganz ausgeschlossen. — Einige die Blüthen besuchende Dipteren, die aber häufiger die danebenstehende *S. Scardica Gris.* beflogen, führten in denselben keine drehenden Bewegungen aus und scheinen überhaupt bei *S. Burseriana L.* die Kreuzung nur in ganz unvollkommener Weise zu vermitteln.

56. Saxifraga Burseriana L. f. major h.

Diese Form wurde gleichzeitig, wie die zuletzt beschriebene im Garten des Herrn Fröbel in Zürich beobachtet.

Sie verhält sich in ihren blüthenbiologischen Merkmalen, aber auch in Grösse, Form und Farbe der Blüthentheile etc. ähnlich, wie *S. Burseriana L.*, in manchen Beziehungen dagegen noch eher, wie *S. diapensioides L.* Die Filamente sind hier gegen Ende des weiblichen Stadiums schon länger, als bei *S. Burseriana L.*, die Blüthen überhaupt etwas weniger dichogam. Immerhin beginnen zu einer Zeit, da die Narbenpapaillen zum Theil schon zu vertrocknen anfangen, die Antheren kaum erst zu stäuben. Wie bei der Stammart, habe ich keine Autogamiebewegungen der Staubfäden beobachtet.

57. Saxifraga sancta Griseb. (Taf. XI, Fig. 308—311.)

Untersucht am 25. April 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Je 2—10 Blüthen sind zu einer doldenartigen Traube vereinigt. Seltener stehen die Blümchen einzeln. Die Kelchblätter sind gelbgrün und tragen keine Drüsenhaare. Ich sah denn auch recht häufig Ameisen auf den Blüthen herumkriechen. Die geöffnete Krone hat einen Durchmesser von 4,5—5,5 mm. Diejenigen Kelch- und Kronblätter, die auf der Seite der zuerst aufspringenden Antheren liegen, öffnen sich, wie dies bei manchen andern *Saxifraga*-Arten in mehr oder weniger hohem Grade auch zutrifft, früher, als die andern, den zuletzt aufbrechenden Staubgefässen opponierten. Jene bleiben auch während der ganzen, 8—10 Tage dauernden Blüthezeit grösser, als diese, so dass die Blüthe einen deutlich wahrnehmbaren, ja auffallenden asymmetrischen Bau der Krone erhält. Die Kronblätter sind lanzettförmig und so schmal, dass sie sich auch am Anfang der Anthese seitlich nicht berühren. Sie sind chromgelb gefärbt und besitzen weder Adern noch dunklere Basis.

Der Nektar ist halb geborgen. Es besteht ein erheblicher zeitlicher Unterschied in der Oeffnung der äussern und der innern Antheren, so dass die beiden Kreise von Staubblättern immer ein ganz verschiedenes Aussehen haben. Die Staubfäden führen während der ganzen Anthese keinerlei Bewegungen aus, welche Autogamie bewirken könnten.

Die Blüthen sind ebenfalls protogynisch. Die Griffel neigen sich erst zusammen, wenn die Narben abgestorben sind. Erst jetzt beginnen die äussern Staubblätter zu stäuben. Wenn dann auch der innere Staubblattkreis in Funktion tritt, so sind die Antheren der äussern Staubfäden bereits abgefallen, und die Griffel haben sich wieder voneinander entfernt. Auch wenn jetzt die Narben noch frisch wären, könnte doch keine Autogamie eintreten, weil die Staubfäden sich bei Aufnahme ihrer Thätigkeit bis ziemlich weit über die Narben hinausstrecken (im Unterschied zu allen bisher behandelten

Arten!). Sobald die Narben tot sind, beginnen sich die Griffel intensiv roth zu färben. Dadurch unterscheiden sich die im zweiten, männlichen Stadium befindlichen Blüthen auf den ersten Blick von den jüngern, weiblichen Exemplaren. — Auch wenn die Griffel wieder auseinandergegangen sind, stäuben die Narben noch einige Zeit. Während im ersten, weiblichen Stadium die Krone tellerförmig geöffnet ist, so schliessen sich die Petala bei Beginn des männlichen Stadiums wieder etwas. Diese Erscheinung ist sehr deutlich wahrzunehmen und spricht ganz gegen die Deutung, die Müller für das umgekehrte Verhalten der meisten andern protogynen Arten von *Saxifraga* gab (Nro. 56, p. 110).

58. Saxifraga pseudo-sancta Janka (S. apiculata Engl.). (Taf. XI, Fig. 312—319.)

Am 24. und 27. April 1901 im botanischen Garten in Zürich und am 28. April bei Herrn Fröbel daselbst untersucht und gezeichnet.

Der besonders nach dem Ende der Blüthezeit stark roth gefärbte Stengel und der gelbgrüne Kelch sind dicht mit Flaumhaaren besetzt. Zwischen diesen stehen einzelne Drüsenhaare, die am Blüthenstiel etwas zahlreicher werden. Dass diese ihren Zweck nur in ungenügender Weise erfüllen, bewiesen mir zahlreiche ungehindert zu den Blüthen aufkriechende Ameisen. — Die 5—6 mm langen, schwefelgelben Kronblätter haben Lanzettform, besitzen keine Nägel und sind mit einer schwachen Mittellinie und einer etwas dunkler gelben Basis versehen. Der Durchmesser der Krone beträgt 10—12 mm, die Höhe der Blüthe 5 oder 6 mm. — Der Nektarring, der sich durch eine etwas dunkler gelbe Färbung deutlich von der Aussenwand des mittelständigen Fruchtknotens abhebt, sezerniert so viel Honig, dass sich dieser öfter in kleinen Tropfen dort ansammelt. — Am Anfang und gegen Ende der Anthese, wenn die Krone nur halb geöffnet ist, kann der Nektar von oben nicht gesehen werden, sonst aber wird er nur durch die zeitweise sich erhebenden Filamente geschützt.

Die Blüthen von *S. apiculata Engl.* sind ebenfalls protogyn, und zwar ist der Grad der Dichogamie hier ein stärkerer, als bei *S. Tombeanensis Boiss., Burseriana L., Scardica Gris., sancta Gris., diapensioides Bell. etc.*, und so stark, dass Autogamie meist ganz unmöglich ist. In der Knospe tragen die Narben meist gut entwickelte Papillen, sind aber in den frühesten Knospenstadien noch kreuzweise übereinandergelegt (Fig. 315). Dann öffnen sich die Griffel rasch und erreichen ihre stärkste Ausbildung in der noch geschlossenen Blüthe. Sie tragen auch in diesem Stadium die kräftigsten Papillen. Kurz nach dem Oeffnen der Krone (Fig. 316) ragen die immer noch stark ausgebreiteten Griffel etwas aus der Blüthe hervor, indem sie die kaum schwach geöffneten Blumenblätter leicht auseinanderdrängen. — Während sich die Blüthe ganz öffnet, beginnen sich die Griffel ganz langsam wieder aneinander zu schliessen. Wenn das erste äussere Staubgefäss aufbricht, haben sich die beiden Narben wieder aneinandergelegt, so dass, auch wenn jenes sich ziemlich weit nach innen bewegt, doch niemals Autogamie eintritt (Fig. 317). Während das zweite Staubgefäss seinen Pollen entleert, beginnen die Narben zu verwelken, und sind gewöhnlich schon bei Beginn der Funktion des dritten äussern Staubgefässes nicht mehr empfängnissfähig. In vielen Fällen fand ich auch schon abgestorbene Narben, wenn erst ein Staubgefäss aufgebrochen war (Fig. 312 und 313).

Die Reihenfolge des Oeffnens der Antheren, ist gut wahrnehmbar und ist dieselbe, wie bei andern Arten, was aus den beigegebenen bildlichen Darstellungen (Fig. 312, 318, 319) zu erkennen ist. Die Staubgefässe beginnen ihre Funktion nämlich viel langsamer nacheinander, als bei *S. Burseriana L.* und *Scardica Gris.*, ja nur ganz wenig schneller, als z. B. bei *S. Vandelli Sternb.* Auch der Zeitunterschied zwischen dem äussern und dem innern Kreis ist bei *S. apiculata Engl.* sehr bedeutend, so dass diese beiden Kreise während der ganzen Anthese immer ein durchaus verschiedenes Aussehen haben. — Auch hier sind die männlichen und die weiblichen Organe im ausgewachsenen Zustand gleich lang.

Am Ende der Anthese, wahrscheinlich bereits unter dem Einfluss der Reifungserscheinungen des Fruchtknotens, öffnen sich die nun oben etwas röthlich gefärbten, narbenlosen, dünnen Griffel wieder (Fig. 318). Obwohl einzelne Antheren dann noch etwas Pollen enthalten, ist also doch spontane Auto-

gamie am Schluss der Anthese unmöglich. Wir haben gesehen, dass bei andern Arten, z. B. *S. Burseriana L.* diese Auswärtsbewegung der Griffel thatsächlich zur Autogamie führt. — Ich habe bei *S. apiculata Engl.* auch nie Einwärtsbewegung der Staubblätter, die bei vielen andern Arten so häufig zur Autogamie führt, beobachten können.

Vergleichende Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Arten der Gattung Saxifraga.

Die Kelchblätter tragen fast immer ein sehr wirkungsvolles Drüsenhaarkleid. Die Farbe der Kronblätter ist gelb, resp. roth bei *S. Huetiana Boiss., apiculata Engl., Scardica Gris., aretioides Lap., luteo-viridis Schott. et Kotschy., sancta Gris., Hausmanni Kern.* und *aizoides L.*, grünlichweiss bei *S. varians Sieber*, weiss mit leichten gelben, grünen oder rothen Anflügen bei allen andern Arten. Die meisten weiss blühenden Arten besitzen 3 oder 5 unten gabelig zusammenlaufende, oben mehr oder weniger in der Längsrichtung des Kronblattes verlaufende, grünliche, seltener rothe Adern. Mehrere weissblühende Arten tragen auf ihren Blumenblättern gelbe oder rothe Punkte. Müller deutet diese als Anpassungsmerkmale zur Anlockung von Dipteren. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen aber, dass gerade solche punktierte Blüthen oft zu einem so hohen Grad von Honigbergung vorgeschritten sind, dass Fliegenbesuch ausgeschlossen ist (z. B. *S. cochlearis Reich.* und *aizoon Jacq. var. robusta Engl.*). Zu der von Kirchner (Nro. 34) aufgestellten Regel, dass alle Arten mit weissen und punktierten Petalen zugleich protrandrisch sind, bietet sich hier keine Ausnahme. Durch Veränderung der Farbe der Punkte und der übrigen Farben und Formen der Blüthentheile gewinnen solche Blumen im zweiten, weiblichen Stadium oft ein ganz anderes Aussehen, als im ersten, männlichen. *(S. capillaris h., aspera L.* u. a.*)*

Der Krondurchmesser steigert sich, wie bereits H. Müller (Nro. 56, p. 110) angiebt, besonders bei den protogynen Arten im spätern Verlauf der Anthese sehr stark. *(S. Burseriana L., Scardica Gris., diapensioides Bell. etc.)*. Eine derartige, die beiden Stadien unterscheidende Vergrösserung der Blumenkrone durch Wachsthum und besonders durch stärkeres Oeffnen der Blumenblätter kommt aber auch bei einigen der untersuchten protrandrischen Arten vor *(S. aretioides Lap., irrigua M. Bieb.*, in geringerem Grade auch bei *S. Churchilli h., cochlearis Reich.* und andern Arten) und die protogyne *S. sancta Gris.*, und andere schliessen sogar ihre Krone im zweiten, männlichen Stadium wieder etwas. Diese Erscheinung kann nach der Müller'schen Erklärung, dass diese Grössendifferenzen den Zweck haben sollen, die Reihenfolge der Besuche eines Insektes in der für die Bestäubung günstigen Weise geschehen zu lassen, nicht verstanden werden. (Vergl. die Anmerkung Kirchners in Nro. 34, p. 374.)

Fast ganz oder gänzlich geschlossen bleibt die Krone nur bei 2 der von uns untersuchten Formen: bei *S. tridactylites L.* und *luteo-viridis Schott. et Kotschy.* Bis zum Zurückschlagen am Ende der Anthese öffnet sie sich bei *S. capillaris h.* Auch der Kelch schlägt sich oft nach hinten zurück: bei *S. capillaris h.* u. a. im ersten, bei *S. Huetiana Boiss.* u. a. im zweiten Blüthenstadium, bei *S. peltata Torr.* und andern während der ganzen Anthese.

Ueber die Lage des Fruchtknotens schreibt H. Müller (Nro. 56, p. 111): „Wie die *Crassulaceen* in der Zahl der Blüthentheile, so bieten die *Saxifraga*-Arten in der Lage des Fruchtknotens eine lehrreiche Reihenfolge von Abstufungen dar. Ursprünglich war derselbe vermuthlich, wie bei den *Crassulaceen*, oberständig, und sonderte aus der Aussenwand seiner Basis Honig ab. In dem Grade, als er sich dann tiefer in den Blüthenboden hineinsenkte und mit dem Kelche verwuchs, rückte der Honig absondernde Ring von der Basis aufwärts an ihm empor, so dass er bei den *Saxifraga*-Arten mit unterständigem Fruchtknoten eine die beiden Griffel umschliessende fleischige Scheibe darstellt."

Ueber die Honigbergung sagt derselbe (Nro. 56, p. 109): „Die zahlreichen alpinen *Saxifraga-*

Arten stimmen fast sämmtliche darin überein, dass sie von der Aussenwand abgesonderten, unmittelbar sichtbaren Honig darbieten, zu welchem rein weisse oder gelb oder purpurn gesprenkelte oder schmutzig-gelbe Blumenblätter eine bunte Schaar kurzrüsseliger Insekten, in überwiegender Zahl jedoch Fliegen, so erfolgreich herbeilocken, dass Kreuzung durch dieselben gesichert ist und der Nothbehelf der spontanen Selbstbefruchtung entbehrt werden kann und thatsächlich durch ausgeprägte Dichogamie ganz oder fast ganz unmöglich geworden ist."

Unter den im Vorstehenden beschriebenen Blüthen gehören zahlreiche zu diesen ganz offenen Honigblumen. Daneben aber wurden auch noch viele mit ganz oder theilweise gegen kurzrüsselige Insekten geborgenem, von oben nur selten oder nie sichtbarem Nektar untersucht. Unter diesen haben unterständige Fruchtknoten die Arten *S. irrigua M. Bieb., granulata L., Wallacei Mc. Nab., canaliculata Boiss. et Reut., trifurcata Schrad.* u. a. und ganz oder theilweise oberständige Fruchtknoten die Blüthen von *S. marginata Sternb., patens Gaud., sancta Gris., apiculata Engl.* u. a. Wir sehen also, dass der Grad der Bergung des Nektars nicht korrelativ mit der Lage des Fruchtknotens zunimmt. Wir haben ja sogar Blüthen mit unterständigem Fruchtknoten und dennoch offenem Honig kennen gelernt *(S. Gaudini Bruegg., Churchilli h., globulifera Desf., ajugaefolia L., varians L.* u. a.). Dies erklärt sich leicht daraus, dass nicht nur durch die Lage des Fruchtknotens, sondern auch noch durch zahlreiche andere Momente, wie den Grad der röhrigen Ausbildung des untern Theils der Krone, das Anpressen der Filamente an das Gynäceum, die Stärke der Oeffnung der Krone und der Bewegungen der Filamente etc. die Honigbergung zu Stande kommt.

Die grosse Mehrzahl der betrachteten *Saxifraga*-Blüthen sind protrandrisch. Nur *S. luteo-viridis Schott. et Kotschy* ist ganz homogam. Sehr schwach dichogam ist auch *S. tridactylites L.* Protogynisch sind die Arten *S. latifolia Ser., Kotschyi Boiss., aretioides Lap., Scardica Gris., marginata Sternb., diapensioides Bell., Tombeanensis Boiss., Vandelli Sternb., Burseriana L., sancta Gris., apiculata Engl. (pseudo-sancta Janka).*

Schon H. Müller fasste (Nro. 56, p. 110) die verschiedene, aber immer ausgeprägte Dichogamie bei der Gattung *Saxifraga* als einen „Beweis dafür auf, dass die Dichogamie nicht von den Stammeltern der Gattung ererbt sein kann. Diese müssen vielmehr gleichzeitige Entwicklung der beiden Geschlechter und bei ausbleibendem Insektenbesuche regelmässig erfolgende spontane Selbstbefruchtung besessen haben. Erst in den einzelnen Zweigen, in die sich der ursprüngliche gemeinsame *Saxifraga*-Stamm spaltete, steigerten sich die Insekten anlockenden Eigenschaften allmählich so, dass Selbstbefruchtung entbehrlich und Kreuzung allein vortheilhaft wurde, und nun erst wurde Protrandrie oder Protogynie ausgeprägt."

Einen Beweis dafür, dass die Stammeltern aller *Saxifraga*-Arten homogam waren, können wir nach Fisch (Nro. 20) auch darin erblicken, dass die meisten der betrachteten protrandrischen (z. B. *S. patens Gaud., irrigua M. Bieb., decipiens Ehrh., Wallacei Mc. Nab., granulata L.*) und protogynischen (z. B. *S. apiculata Engl., aretioides Lap., marginata Sternb.*) *Saxifraga*-Blüthen knospenhomogam sind. Andeutungsweise kommen bei einigen Arten (z. B. *peltata Torr.*, auch hier jene bei den *Cruciferen* so häufigen und für niedrig angepasste, oft protrandrisch, oft protogynisch entwickelte Blüthen charakteristischen ungleich raschen Entwicklungen der Sexualorgane zu verschiedenen Zeiten vor.

H. Müller fährt dann fort: „Innerhalb derselben ursprünglich homogamen Art konnte, wie uns z. B. *S. tridactylites L.* zeigt, an der einen Lokalität protrandrische, an einer andern protogynische Dichogamie zur Ausprägung gelangen, und diese Zerspaltung einer Art in 2 gesonderte Formenkreise mag vielleicht in einzelnen Fällen zur Ausbildung verschiedener Arten geführt haben."

Die vorliegenden Untersuchungen liefern nun einige weitere Beiträge zur Kenntniss von lokalen Verschiedenheiten der Bestäubungseinrichtungen innerhalb derselben Art. Man vergleiche die bezügl. Mittheilungen über *S. tridactylites L., decipiens Ehrh., stellaris L., varians Sieber., bryoides L., diapensioides Bell., tricuspidata Retz., paradoxa Kit., aizoides L., Geum L., Burseriana L., squarrosa Sieber* und *Tombeanensis Boiss.*

Auch hier finden wir, ähnlich wie bei den früher betrachteten Formenkreisen der *Cruciferen* und den Gattungen *Sedum* und *Sempervivum* die Erscheinung, dass sich Bewegungen der Filamente

lange erhalten, aber ganz verschiedenen Zwecken (Allogamie durch Heben der Antheren über die Mitte der Blüthe und an dieselbe Stelle, wo zu einer andern Zeit die Narben stehen, Autogamie durch Anlegung der Staubgefässe an die Narben, Verhinderung der Autogamie durch Wanderung der Staubblätter nach aussen u. s. f.) dienen, ja oft ganz unzweckmässig oder mindestens unnütz werden. Bei einzelnen protogynen Arten (*S. Burseriana L., Vandelli Sternb., diapensioides Bell.*) sahen wir eine hier ziemlich früh eintretende und häufige Folgeerscheinung der Reifung des Fruchtknotens zufällig Autogamie am Ende der Anthese bewirken und betonten die Möglichkeit, dass solche zweckmässigen Nebenerscheinungen nach und nach von ihrer Ursache unabhängig und fixiert werden können. Es ist sogar denkbar, dass durch einen derartigen Funktionswechsel auch noch andere Erscheinungen, z. B. die Staubblattbewegungen zu erklären sind. — Jedenfalls können wir aus dem allgemeinen Vorkommen der Staubblattbewegungen mit Müller schliessen, dass dieselben im Gegensatz zu der Dichogamie, schon von den Stammeltern der heutigen *Saxifraga*-Arten erworben resp. fixiert worden sind. Müllers Ansicht geht sogar dahin, dass wir hier dieselben Bewegungen vor uns haben, wie bei den *Parnassien*, den nahe verwandten *Crassulaceen* und andern verwandten Sippen. Die vorliegenden Einzelbeschreibungen sowie meine später zu veröffentlichen Untersuchungen anderer *Saxifragaceen*-Blüthen sprechen durchaus nicht gegen diese Anschauung.

Autogamie kommt mit alleiniger Ausnahme von *S. luteo-viridis Schott. et Kotschy.* immer höchstens am Ende der Anthese vor. Sehr viele Arten entbehren sie ganz. Besonders hinsichtlich des Vorkommens des Nothbehelfs der spontanen Selbstbestäubung am Ende der Anthese sind die Abänderungen, auch innerhalb derselben Art an gleichen oder an verschiedenen Standorten, sehr gross. Sehr oft tritt die centripetale Bewegung der Staubblätter am Ende der Anthese in einzelnen Blüthen zu spät ein, so dass keine Selbstbestäubung mehr eintritt, weil die Sexualorgane schon abgestorben sind. Oft erfolgen in sehr stark protr. dichogamen Blüthen jene Bewegungen immer so spät, d. h., wenn wenigstens die Narben schon ganz verdorrt sind, und sie sind dann nur noch als ein auf eine Zeit mit schwächerer Dichogamie zurückgreifendes Merkmal aufzufassen. Wenn in solchen Blüthen die Narben infolge nicht eingetretener Befruchtung abnorm lange frisch geblieben sind, so kann auch hier noch Autogamie erfolgen. Freilich treten jene Bewegungen oft auch erst ein, wenn die Antheren schon entleert und tot oder abgefallen sind.

Wie die Blüthen der *Cruciferen* und *Crassulaceen* und alle niedrig angepassten Blumen, zeigen auch diejenigen der Gattung *Saxifraga* starke Abänderungen. Die individuellen Variationen der einzelnen Blüthentheile (Schwankungen in der Grösse der Blumenblätter u. s. w.), die zum Theil schon zu lokalen Verschiedenheiten fixiert sind, wollen wir hier nicht näher besprechen, sondern nur noch diejenigen Verschiedenheiten an derselben Pflanze, ja an derselben Blüthe, die wir, ähnlich wie gewisse Vorkommnisse an den Blüthen der *Cruciferen* und *Crassulaceen*, als direkte Anpassungen auffassen müssen. Solche kommen, wie übrigens auch die individuellen Abänderungen, entsprechend der überhaupt etwas stärker fixierten und biologisch höheren Stellung dieser Blüthen, hier nicht so häufig vor, wie bei jenen Sippen; doch haben wir besonders bei einigen protogynischen Arten Vorgänge beschrieben (vor allem bei *S. Burseriana L.*, dann auch bei *luteo-viridis Schott. et Kotschy, apiculata Engl.* u. a.), die wohl nicht anders, denn als direkte Anpassung aufgefasst werden können. So werden oft bei ausgebliebener Kreuzung viel energischere oder ganz andere Staubblattbewegungen, als sonst, ausgeführt, welche bewirken, dass am Ende der Anthese mit Sicherheit Autogamie eintritt, auch wenn sie vielleicht bei normalem Verlauf der Anthese, d. h. bei Eintritt der Fremdbestäubung, nicht erfolgt. Bei einzelnen protrandrischen Arten haben wir auch schwache lokale Verschiedenheiten aufgefunden (*S. varians Sieb.* u. a.) die wohl ebenfalls nicht anders, als durch direkte Anpassung oder Reizwirkung entstanden sein können.

Prüfen wir noch die Frage, inwieweit die biologischen Verschiedenheiten der Blüthen untereinander parallel gehen mit den nicht durch Anpassung entstandenen oder den sog. morphologischen Unterschieden der Pflanzen, d. h. mit ihrer natürlichen Verwandtschaft. Dies geschieht am besten dadurch, dass wir die Bestäubungseinrichtungen der einzelnen Engler'schen Gruppen (Nro. 17) dieser Gattung

gesondert betrachten. Dies hat für die in Deutschland einheimischen Arten der Gattung *Saxifraga* schon Kirchner (Nro. 34) ausgeführt, und wir folgen darum auch in dieser erweiterten vergleichenden Uebersicht Kirchners Darstellungen.

Die erste Gruppe (Reihenfolge und Benennung der Gruppen nach Engler und Prantl, Nro. 18), **Cymbalaria Griseb.,** enthält nur eine durch die vorliegenden Untersuchungen blüthenbiologisch bekannte Art, nämlich *S. Huetiana Boiss. et Reut.* Diese besitzt gelbe Petala, zurückgeschlagene Sepala und einen stark protrandrischen Bestäubungsapparat.

Zu der zweiten Gruppe, **Micropetalum Haw.,** gehört nur der von H. Müller, A. Schulz und Kerner untersuchte protrandrische, polymorphe Typus *S. rotundifolia L.*

In der dritten Gruppe, **Tridactylites Haw.,** kennen wir *S. tridactylites L.* durch Sprengels, H. Müllers, Warnstorfs, Kirchners und meine Untersuchungen; *S. adscendens L.* und *petraea L.* sind durch Mittheilungen Kirchners bekannt. Die beiden erstern Arten zeigen sehr starke lokale Schwankungen, *S. petraea L.* ist protrandrisch.

Aus der Gruppe **Nephrophyllum Gaud.** sind bekannt: *S. arachnoidea Sternb.* durch Kirchner, *S. irrigua M. Bieb.* durch die vorliegenden Mittheilungen, *S. granulata L.* durch Sprengel, H. Müller, Knuth, Kirchner und mich, *S. cernua L.* durch Lindman, Warming, Kerner, Eckstam und Kirchner, und *S. bulbifera L.* durch Delpino. Mit Ausnahme der schwankenden *S. cernua L.* sind diese ebenfalls alle so stark protrandrisch, dass Autogamie meist ganz ausgeschlossen ist. Die ebenfalls in die Nähe gehörende *S. peltata Torr.* ist nach den vorliegenden Untersuchungen protrandrisch, anfangs jedoch protogynisch.

Aus der fünften Gruppe, **Dactyloides Tausch.**, kennen wir die protrandrischen Arten *S. aphylla Sternb., exarata Vill.* durch H. Müller, die ebenfalls stark protrandrischen *S. sedoides L. planifolia Scop.* durch Kirchner, die protrandrische *S. pedemontana All.* überdies noch durch die vorliegenden Untersuchungen, die protrandrische *S. tenella Wulf.* durch Kirchner und mich, die protrandrische, lokal schwankende *S. varians Sieb.* durch mich, die ausgeprägt protogynische *S. muscoides Wulf.* durch H. Müller. Protogynisch sind nach diesem Autor auch *S. androsacea L.* und *S. Seguieri Spr.* Ausgeprägt protrandrisch sind noch folgende Arten: *S. ajugaefolia L.* nach den vorliegenden Untersuchungen, ebenso *S. aquatica Lap.* und *S. capitata Lap., S. Camposii Boiss. et Reut. (S. Wallacei Mc. Nab.), canaliculata Boiss. et Reut.* und *trifurcata Schrad.*, mässig protrandrisch, ebenfalls nach den vorliegenden Untersuchungen, ist *S. globulifera Desf.*, noch schwächer *S. geranioides L. S. pedemontana All.* ist nach Kirchners und meinen Beobachtungen stark protrandrisch. *S. decipiens Ehrh.* blüht nach den hier vorliegenden Beschreibungen stark protrandrisch, ist aber unmittelbar vor der Oeffnung der Blüthen noch homogam. Nach Warming schwankt diese Art in arktischen Gegenden zwischen Homogamie und Dichogamie. Schwankend ist nach Lindman und Eckstam auch die Bestäubungseinrichtung von *S. caespitosa L.* Die mit der nach H. Müller sehr stark protrandrischen *S. exarata Vill.* nahe verwandte Art *S. moschata Wulf.* ist nach demselben Autor ausgeprägt protogynisch, während die *var. pygmaea Haw.* und *var. atropurpurea Sternb.* von *S. moschata Wulf.*, erstere nach Kirchners und meinen eigenen, letztere nach Kirchners Beobachtungen, ausgeprägt protrandrisch blühen. Aus den vorliegenden Untersuchungen sind noch zu nennen die mit *S. decipiens Ehrh.* nahe verwandten Formen *S. stenophylla Royle* und *S. Churchilli h.*, die stark, *S. „rosulario“ h.*, die mässig protrandrisch, *S. decipiens Ehrh. var. quinquefida Haw. (S. ceratophylla Willd.)*, die protrandrisch und schwankend blühen, ferner die sehr stark protogyne *S. latifolia Ser.* — Nach den vorliegenden Einzelbeschreibungen neigen insbesondere die Blüthen aus dieser Gruppe zur Verkümmerung der Staubgefässe.

Aus der sechsten Gruppe, **Boraphila Engl.,** sind 3 Arten bekannt, die nach den Untersuchungen von H. Müller, Warming, Schulz, Lindman, Eckstam, Kerner, Axell, Kirchner und mir an den einen Orten protrandrisch, an andern protogyn bis homogam blühen.

Die siebente Gruppe, **Diptera Borkhausen** enthält noch keine blüthenbiologisch genauer untersuchten Formen.

Aus der Gruppe **Hirculus Tausch.,** kennen wir nur die Blütheneinrichtung von *S. Hirculus L.* Dieselbe ist nach Warming im Norden protrandrisch.

In die neunte Gruppe, **Trachyphyllum Gaud.,** gehören die sehr stark protrandrische, von H. Müller und mir untersuchte *S. aspera L.*, die etwas weniger dichogame, von Kerner, H. Müller und mir untersuchte lokal varierende *S. bryoides L.*, die nach meinen Beobachtungen protrandrische *S. bronchialis L.* und die nach Warming und mir schwankende *S. tricuspidata Retz.*, ferner die von Engler, H. Müller, Warming, Schulz, Axell und mir untersuchte, schwach lokal varierende, aber immer protrandrische *S. aizoides L.*

Die Gruppe **Robertsonia Haw.** besteht aus den drei protrandrischen Arten *S. umbrosa L., cuneifolia L.*, und *Geum L.*, die von Sprengel, Delpino, Kerner, Kirchner und mir untersucht wurden.

Wir kommen zur Besprechung der elften Gruppe, **Euaizzoonia Schott.** Die von Stadler untersuchte, gelbblühende *S. mutata L.* und der Bastard dieser Art mit *S. aizoides L., S. Hausmanni Kern.*, der im Vorstehenden beschrieben ist, sind ausgeprägt protrandrisch, ebenso die weissen, von Sprengel, Müller, Warming, Lindmann und Briquet untersuchten Arten *S. Aizoon Jacq.* und *Cotyledon L. S. altissima Kern.* und *crustata Vest.* sind nach Kirchners und meinen eigenen Untersuchungen bekannt und blühen ausgeprägt protrandrisch, ebenso die im Vorstehenden besprochene Form *S. pectinata Schott.* der zuletzt genannten Art. Nach meinen eigenen Beobachtungen sind ferner protrandrisch die Arten *S. lingulata Bell., catalaunica Boiss. et Reut., cochlearis Reich., Aizoon Jacq. var. robusta Engler, Aizoon Jacq., f. Sturmiana Schott., Aizoon Jacq. var. cartilaginea Willd.* und der Bastard *S. Forsteri Stein.* Die Bestäubungseinrichtungen dieser Gruppe sind also nicht so mannigfach, wie diejenigen der frühern. — Häufig finden sich aber hier rothe und gelbe Flecken auf den Petalen.

Die zwölfte Gruppe, **Kabschia Engl.** enthält protogynische und protrandrische Arten. Protogynisch sind *S. Kotschyi Boiss., aretioides Lap., Scardica Gris., marginata Sternb.* nach den vorliegenden Untersuchungen, *S. diapensoides Bell.* und *Tombeanensis Boiss.* überdies noch nach Kirchner, *S. Vandelli Sternb.* nach den vorliegenden, *S. Burseriana L.* nach den Untersuchungen von Kerner, Kirchner und mir, *S. Burseriana L. f. major, sancta Gris.* und *pseudosancta Janka (apiculata Engl.)* nach meinen Untersuchungen. Protrandrisch sind *S. Rocheliana Sternb. (coriophylla Gris.)* und *S. patens Gaud. (S. aizoides × Caesia)* nach meinen Untersuchungen, *S. squarrosa Sieber* überdies noch nach Kirchner, *S. Caesia L.* nach den Beobachtungen Kirchners und H. Müllers. Homogam infolge sekundärer Umbildung der Blütheneinrichtung zur Kleistogamie ist nach den vorliegenden Untersuchungen *S. luteo-viridis Schott. et Kotschy.* — Die meisten Arten sind, wie Kirchner bemerkt, zwergig und mit nur wenigen Blüthen an einem Stengel versehen.

Die dreizehnte Gruppe, **Porphyrion Tausch,** enthält Arten mit purpurnen oder violetten Blüthen. Es sind blüthenbiologisch nur bekannt die 3 Arten *S. oppositifolia L., retusa Gaud.* und *biflora All.*, erstere durch Untersuchungen von Axell, Ricca, H. Müller, A. Schulz, Warming, Lindman und Eckstam, die beiden andern durch Kirchner. *S. oppositifolia L.* schwankt in der Ausbildung der Dichogamie lokal sehr stark, doch ist Protrandrie am häufigsten. *S. retusa Gaud.* und *biflora All.* sind ausgeprägt protogynisch mit langlebigen Narben.

Die vierzehnte und letzte Gruppe der Gattung *Saxifraga* enthält nur wenige und gar keine blüthenbiologisch bekannten Arten.

Nach dieser Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der einzelnen Artengruppen der Gattung *Saxifraga L.* können wir nun mit Kirchner (Nro. 34, p. 373) sagen, „dass sich in dieser Hinsicht nahe verwandte Formen oft übereinstimmend verhalten, dass aber morphologisch einander sehr nahe stehende Arten und selbst Varietäten einer und derselben Art oft wieder sehr stark voneinander abweichen.“ Ergiebt also die vorstehende Uebersicht nach dieser Seite hin auch kein neues Resultat, so kann sie uns doch immerhin zeigen, welche Formen und Gruppen besonders stark variieren und darum für zukünftige Forschungen von besonderem Interesse sein werden, und uns durch Vergleich mit einem Ge-

sammtverzeichniss der Arten, Unterarten, Varietäten etc. dieser Gattung (Nro. 17) ein Bild davon verschaffen, inwieweit die Gattung *Saxifraga L.* blüthenbiologisch ist.

Eine derartige Vergleichung kann uns allerdings nur recht bescheiden machen; denn sie zeigt, dass wir auch von den am besten durchforschten Gruppen nur einen geringen Procentsatz kennen, trotzdem eine umfassende Kenntniss gerade dieser Gattung wegen ihrer enormen blüthenbiologischen Mannigfaltigkeit im Interesse des Verständnisses blüthenbiologischer Merkmale überhaupt sehr wünschbar wäre. Die sehr wenigen Arten, von denen zahlreiche, nicht nur von verschiedenen Forschern, sondern auch in verschiedenen Gegenden ausgeführte Untersuchungen vorliegen, überzeugen uns von den enormen lokalen Verschiedenheiten der Bestäubungseinrichtungen bei einer und derselben Art und lassen uns vermuthen, dass nur das Fehlen von Beobachtungen aus verschiedenen Gegenden die Ursache davon sei, dass in der vorstehenden Uebersicht relativ nur so wenige Arten von *Saxifraga* als in ihrer Bestäubungseinrichtung und besonders in der Ausbildung der Dichogamie, schwankend bezeichnet wurden. Jedenfalls haben wir es hier, wie schon Müller sagte und wie wir bereits oben bemerkten, mit Blüthen zu thun, deren Stammeltern noch homogam waren und die auch heute noch nur schwach an ihre Umgebung angepasst, aber dafür jederzeit im Stande sind, unter gewissen äussern Einflüssen ihre Bestäubungseinrichtungen direkt oder indirekt in zweckmässiger Weise abzuändern. Da gerade die vorstehenden Untersuchungen zeigen, dass oft jene lokalen Unterschiede bei geringer Entfernung sehr gross sein können, und da wir ja auch einige direkte Beweise für die Fähigkeit mancher *Saxifraga*-Blüthen, sich direkt anzupassen, gefunden haben, so liegt die Wahrscheinlichkeit sehr nahe, dass jene lokalen Unterschiede der Bestäubungseinrichtungen innerhalb derselben Art, ja vielleicht auch die blüthenbiologischen Unterschiede der Arten selbst, nicht nur durch natürliche Auslese, wie dies bisher als selbstverständlich angenommen wurde, sondern ebenso sehr oder noch mehr durch direkte Anpassung entstanden sind.

Wir sind am Ende unserer Betrachtungen angelangt. Es wird dem Leser nicht entgehen, dass ich die theoretischen Folgerungen nicht ziehe, zu denen mich die Resultate der vorliegenden Untersuchungen berechtigen, dass ich insbesondere die aufgefundene Thatsache nicht verwerthe, dass niedrig angepasste Blumen, wie diejenigen der *Cruciferen*, *Crassulaceen* und der Gattung *Saxifraga* sich unter gewissen äussern Einflüssen zweckmässig umzugestalten, und insbesondere bei ausbleibender Kreuzung ihre Bestäubungseinrichtungen so umzuändern vermögen, dass am Ende der Anthese mit Sicherheit Autogamie eintritt, und dass diese Blüthen auch sonst ganz bestimmte Anpassungen an die besuchenden Insekten erkennen lassen. Ich ziehe vorderhand jene Folgerungen nicht, um den Rahmen dieser Arbeit, die lediglich einen Beitrag zur Kenntniss der Blüthenbiologie der genannten Formenkreise geben will, nicht zu überschreiten, und weil ich vorher noch weitere Beweise für die enorme direkte Anpassungs- und Variationsfähigkeit niedriger Blüthen zu sammeln gedenke.

Verzeichniss

der

wichtigsten Litteratur.

1. Axell, Severin, Om anordningarna för fanerogama växternas befruckting. — Stockholm 1869.
2. Beck, Günther, v. Managetta, Ueber die individuelle Variation der Blüthen. — Wiener illustr. Gartenzeitg. 1896, VII., p. 229—235.
3. Bonnier, Gaston, Les nectaires, Etude critique anatomique et physiologique. — Paris 1879.
4. Celakowsky, L. J., Ueber den phylogenetischen Entwicklungsgang der Blüthen und über den Ursprung der Blumenkrone. — Sitz.-Ber. d. königl. böhm. Ges. d. Wissensch., Math.-naturwissensch. Klasse. Bd. XV, 1896. — Ref.: Bot. Centralbl. 72, p. 142. — B. Jb. 97, II., p. 8.
5. Clos, Le polymorphisme floral et la phytographie. — Ref.: Bot Jb. 94, II.
6. Darwin, Charles (Rérolle), De la fécondation des Orchidées. — Paris 1891.
7. — —, The effects of Cross- and Self-Fertilisation in the Vegetable Kingdom. — London 1876.
8. — —, The different forms of flowers on plants of the same species. — London 1880.
9. Delpino, Fred., Ulteriori osservazione sulla dicogamia nel regno vegetale. Atti della Soc. Ital. delle, Sc. Nat., Milano Vol. XI, XII.
10. — —, Ueber Dichogamie im Pflanzenreich. — Glogau 1870.
11. — —, Eintheilung der Pflanzen nach dem Mechanismus der dichogamen Befruchtung. — Bot. Ztg. XXIX, 1871.
12. Eichler, Blüthendiagramme. — Leipzig 1875 und 1878.
13. Ekstam, O., Zur Kenntniss der Blüthenbestäubung auf Nowaja-Semlja. — Oefvers. k. Svensk. Vetensk.-Acad. Förhandl. 1894, Nro. 2, p. 79—84.
14. — —, Zur Blüthenbestäubung in den schwedischen Hochgebirgen. — A. s. O. 1894, Nro. 8, p. 419—431.
15. — —, Blüthenbiologische Beobachtungen auf Nowaja-Semlja. Aftryk of Tromsø Museums Aarshefter XVIII, p. 109—198. Tromsø 1899. — Ref.: Bot. Centralbl. 73, p. 14—18. (Knuth).
16. — —, Einige blüthenbiologische Beobachtungen auf Spitzbergen. — Bot. Centralbl. 78, p. 51 ff. — Ref.: B. Jb. 1898.
17. Engler, A., Monographie der Gattung Saxifraga. — Breslau 1872.
18. — —, Saxifragaceae, in Engler und Prantl, Nat. Pflanzenfam. IV, Abth. 3., Theil 2 a, p. 40.
19. Famillier, Ig., Biogenetische Untersuchungen über verkümmerte und umgebildete Sexualorgane. — Dissert. München 1896.
20. Fisch, Ernst, Beiträge zur Blüthenbiologie. — Bibliotheca botanica. Heft 48. Stuttgart 1899. — Ref.: Bot. Centralbl., (Kirchner).
21. Focke, W. O., Entstehung des zygomorphen Blüthenbaues. — Oester. bot. Zeitschrift XXXVII, p. 123—126 und 157—161, 1877.
22. Gremli, Exkursionsflora der Schweiz, 9. Aufl., 1901.
23. Hansgirg, A., Phytodynamische Untersuchungen. — Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft VIII, 1890, p. 345. — Ref.: Biol. Centralbl. 1891, Nro. 15, 16. — Bot. Jb. 1889, p. 523 und 1891, I., p. 411.

23. a — —, Beiträge zur Kenntniss der Blüthenombrophobie. — Sitz.-Ber. d. böhm. Akademie d. Wissensch. 1896, Nro. XXXIII. — Ref.: Bot. Centralbl., LXX, p. 272. — Bot. Jb. 1896, I., p. 134.

23. b — —, Neue Untersuchungen über den Gamo- und Karpotropismus, sowie über die Reiz- und Schlafbewegungen der Blüthen- und Laubblätter. — Sitz.-Ber. d. k. böhm. Gesellschaft d. Wissenschaften 1897.

24. Hildebrand, F., Die Geschlechtervertheilung bei den Pflanzen. — Leipzig 1867.

25. — —, Vergleichende Untersuchungen über die Saftdrüsen der Cruciferen. — Pringsh. Jahrbuch, Bd. XII, 1881, p. 10—48.

26. — —, Ueber eine zygomorphe Fuchsia-Blüthe. — Bot. Centralbl., Bd. LXXVII, p. 177, 1899.

26. a — —, Einige biologische Beobachtungen. — Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft, 1896, p. 325.

27. Jordan, Die Stellung der Honigbehälter und der Befruchtungswerkzeuge in den Blumen. — Inaug.-diss., Halle a. S., 1886. — Ref.: Bot. Centralbl., Bd. XXVIII, p. 68 ff., 1886.

28. Keller, S. Schinz.

29. Kerner v. Marilaun, Anton, Das Pflanzenleben. 2. Aufl., Leipzig und Wien 1896.

30. — —, Wechseln der Blüthenfarbe an Pflanzen derselben Art. — Oestr. bot. Zeitschr. 1889.

31. Kirchner, O., Flora v. Stuttgart und Umgebung etc., 1888.

32. — —, Neue Beobachtungen über die Bestäubung einiger einheim. Pflanzen. — Programm zur 68. Jahresfeier d. Kgl. Württembg. landw. Akad. Hohenheim. Stuttgart 1886. — Ref.: Bot. Centralblatt 31, p. 8.

33. — —, Beiträge zur Biologie der Blüthen. — 72. Jahresfeier zu Hohenheim. Stuttgart 1890.

34. — —, Mittheilungen über d. Bestäubungseinrichtungen der Blüthen. — Sep.-Abdr. aus Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg 1900, Bd. 56.

35. — —, Zweite Mittheilung. — A. s. O. Bd. 57, 1901.

36. — —, Referat zur Arbeit von Fisch (Nro. 20). — Bot. Centralbl. 1901.

37. Knuth, Flora der nordfries. Inseln III: Beziehungen zwischen Blumen und Insekten (p. 18, 19). — Kiel und Leipzig 1896. — Ref.: Bot. Centralbl., Beih, IV, 1894, p. 225—228. — B. Jb. 94, I., p. 279.

38. — —, Die Blüthenbesucher derselben Pflanzenart in verschiedenen Gegenden. Ein Beitrag zur blüthenbiolog. Statistik. — Beilage 2. Progr. d. Oberrealschule Kiel 1895 und 1896. — Ref.: Bot. Centralbl. LXIV, p. 83—84. — Zool. Centralbl. III, p. 68. — B. Jb. 95, I., p. 88—89.

39. — —, Bijdragen — Bot. Jaarboek Dodonaea, Gent IX, 1897, p. 13—61.

40. — —, Handbuch der Blüthenbiologie. — Leipzig 1898.

41. — —, Nachweis der Nektarien auf chemischem Wege. — Bot. Centralbl. 1898.

42. Krasan, F., Untersuchungen über die Ursachen der Abänderungen der Pflanzen. — Bot. Jb. V.

43. Lindman, C. A., Ueber die Bestäubungseinrichtungen einiger skandinavischer Alpenpflanzen. — Bot. Centralbl. XXXIII, p. 58, 1888.

44. Loew, E., Die Veränderungen der Bestäubungseinrichtungen bei Pflanzen derselben Art. — Humboldt VIII, 1889, p. 178 ff. — Ref.: Bot. Centralbl., Beiheft IV, 1891, p. 39. — Bot. Jb. 1889, I, p. 540 und 541.

45. — —, Anleitung zu blüthenbiologischen Beobachtungen. — Sep.-Abdr. aus der naturw. Wochenschrift, Berlin 1889.

46. — —, Beiträge zur blüthenbiologischen Statistik. — Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg XXVI, p. 1—13. — Ref.: Bot. Centralbl. 44, p. 228.

47. — —, Blüthenbiologische Floristik, Stuttgart, 1894.

48. — —, Einführung in die Blüthenbiologie auf historischer Grundlage. — Berlin 1895.

49. Ludwig, F., Verschiedene Blüthenformen bei derselben Art. — Biol. Centralbl. IV, p. 225 ff., 1884/85.

50. — —, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. — Stuttgart 1895.

51. — —, Knospenblüthen bei Deutria gracilis. — Ref.: Bot. Centralbl. 84, p. 294, 1900.
52. Mac Leod, De Pyreneënbloemen in here bevruchting door insecten. — Bot. Jaarb. Dodonaea, Bd. III, 1891.
53. Meehan, Th., On the Sexes of Plants. — Ref.: Gard. Chron. 1870, p. 243.
54. Müller, H., Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. — Leipzig 1873.
55. — —, Ueber den Ursprung der Blumen. — Kosmos I, p. 100, 1877.
56. — —, Die Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. — Leipzig 1881.
57. — —, Weitere Beobachtungen über Befruchtung der Blumen. — Verh. naturw. Ver. für preuss. Rheinlande und Westfalen I, II, III, 1878 und 1879.
58. — —, Saxifraga umbrosa adorned with brilliant Colours by the Selection of Syrphidae. — Nature, Vol. XXII, 1880, p. 219.
58. a — —, Bemerkungen zu F. Hildebrands vergleichenden Untersuchungen über die Saftdrüsen der Cruciferen. — Pringsheims Jahrb., Bd. XII, 1881, p. 161—169.
59. Prantl, K. Cruciferae, in Engler und Prantl, natürl. Pflanzenfamilien, IV. Abth., III, 2., p. 145.
60. Schinz und Keller, Flora der Schweiz. — Zürich 1900.
61. Schönland, S., Crassulaceae, in Engler und Prantl, naturl. Pflanzenfamilien, IV. Abth., III, 2 a, p. 23.
62. Schulz, A., Beiträge zur Morphologie und Biologie der Blüthen. — Ber. deutsch. bot. Gesellschaft X, p. 303 ff.
63. — —, Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtervertheilung bei den Pflanzen. — Bibliotheca botanica, Heft 10 und 17 (1889 und 1892).
63. a Sprengel, K., Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen (1793). — Ausgabe von Knuth 1894.
64. Stadler S., Beiträge zur Kenntniss der Nektarien und der Biologie der Blüthe. — Berlin 1886.
65. Treviranus, L. C., Ueber Dichogamie nach Sprengel und Darwin (Cruciferae). — Bot. Zeitg. XXI, 1863, p. 1—7 und 9—16.
66. Velenowsky, J., Ueber die Honigdrüsen der Cruciferen. — Sitz k. böhm. Gesell. d. Wissenschaften, Prag, VI. Theil, 1884. — Ref.: Bot. Jb. 1884, I., p. 671—672.
67. Vöchting, Ueber Blüthenanomalien. — Pringsh. Jahrb. XXXI.
68. — —, Ueber Zygomorphie und ihre Ursachen. — A. s. O, XVII, p. 297 ff.
69. — —, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüthen. — A. s. O., XXIV, p. 149 ff.
70. Warming, Biologiske Optegnelser om Grönlandske planter. — Bot. Tidsskrift XVI, 1876.
71. Warnstorf, C., Blüthenbiologische Beobachtungen aus der Ruppiner Flora im Jahre 1895. — Abhandlung. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg XXXVIII, 1896, p. 15—63.
72. Wettstein, von, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse, betreffend die Neubildung von Formen im Pflanzenreich. Vortrag. — Ber. d. deutsch. bot. Gesell., XVIII. Generalvers.-Heft II, p. 184, 1901.

Druck von Carl Rembold in Heilbronn.